

2

CONATUS
PHYSICO-EXPERIMENTALES

EX
GEOSTATICA, HYDROSTATICA, HY-
DRAULICA & AEROMETRIA

S I V E

DE PRESSIONE, ÆQUILIBRIO AC MOTU CORPORUM TAM
SOLIDORUM, QUAM FLUIDORUM OPE MACHINARUM
EXHIBITI,

CUM

THESES EX UNIVERSA PHILOSOPHIA

IN

ELECTORALI LYCEO MONACENSI

P R Æ S I D E

P. JOSEPHO WIDMANN, S. J.

Philosophiæ Professore ordinario

Propugnarent

Ornati ac Perdocti Domini

FRANCISCUS DE PAULA SAUTTERMAISTER

Mindelhemienfis Suevus,

ET

LEONARDUS SCHELLE BEITTINGANUS

Bojus

Philosophiæ Candidati.

Mense Augusto Anno MDCCLXII.

Cum Facultate Superiorum.



M O N A C H I I,

Typis Joannis Christophori Mayr, Civit. Typograph.

2

CONATUS
PHYSICO-EXPERIMENTALES

EX
GEOSTATICA, HYDROSTATICA, HY-
DRAULICA & AEROMETRIA

S I V E

DE PRESSIONE, ÆQUILIBRIO AC MOTU CORPORUM TAM
SOLIDORUM, QUAM FLUIDORUM OPE MACHINARUM
EXHIBITI,

CUM

THESES EX UNIVERSA PHILOSOPHIA

IN

ELECTORALI LYCEO MONACENSI

P R Æ S I D E

P. JOSEPHO WIDMANN, S. J.

Philosophiæ Professore ordinario

Propugnarent

Ornati ac Perdocti Domini

FRANCISCUS DE PAULA SAUTTERMAISTER

Mindelhemienfis Suevus,

ET

LEONARDUS SCHELLE BEITTINGANUS

Bojus

Philosophiæ Candidati.

Mense Augusto Anno MDCCLXII.

Cum Facultate Superiorum.



M O N A C H I I,

Typis Joannis Christophori Mayr, Civit. Typograph.

CONATUS

PHYSICO EXPERIMENTALIS

GEOSTATICA, HYDROSTATICA, HY-

BRATISLAVA 1813

DE PRESSIONE, EQUILIBRIO AC MOTU CORPUSCULI
SOLIDI: QUAM HENRICUS DE MACHINIS

EXHIBIT

THESES EX UNIVERSA PHILOSOPHIA

IN

R. JOSEPHO WIDMANN, S. J.

Philosophie Doctor of the

University of

Gratia et Approbatione

FRANCISCU DE PAULA, SACRI PALATII

Ministerii

ET

LEONARDUS SCHEIDT, BRATISLAVENSIS

Doctus

Philosophie Candidatus

Mag. Josepho deo. M. A. S. J.

Can. Theol. S. J.

BRATISLAVA 1813

Typ. Joannis Christoph. deo. M. A. S. J.



CONATUS PHYSICO-EXPERIMENTALES.

EX GEOSTATICA SIVE DE ÆQUILIBRIO SOLIDORUM.

I.

Ex gravitate corporum oritur mutua quædam corporum inter se connexorum actio, & sustentatio, qua, si vires utrinque sint æquales, se à descensu impediunt, atque ita se in æquilibrio constituunt. Hæc sustentatio, cum fiat juxta certas leges, varia efficit phænomena tam in solidis, quam liquidis. Scientia harum legum, & phænomenorum de æquilibrio solidorum dicitur *Geostatica*, de æquilibrio liquidorum *Hydrostatica*, communi vero vocabulo *Statica* nuncupatur. Est igitur æquilibrium quies orta ex æquali nisu, & renisu ponderum: ut patet ex distincta notione dictæ actionis, & sustentationis mutuæ. II. Hæc quies datur imprimis, quando corpora solida pondere æqualia, jugo alicui circa aliquod punctum mobili ita applicantur, ut amborum distantia à centro sint æquales. Ratio est; quia in ista dispositione datur æqualitas virium; adeoque non est ratio, cur potius unum
A bra-

brachium descendat, quam alterum. III. Ex hac Theoria confectum est instrumentum æquilibrii inter duo corpora ejusdem ponderis, vocaturque *libra*, constans rigida virga, quæ in duo pondere & longitudine æqualia brachia per medium fulcrum divisa est, servitque ad explorandum ignotum dati corporis pondus ex altero assumpto notæ gravitatis pondere. Structura, & usus libræ notissimus est, de quo proin nihil attinet meminisse. Sæpe dolosa deprehenditur, præsertim, si brachia sint aliquantum inæqualia, ita, ut brevius sit aliquantum gravius, atque ita servetur æquilibrium, quando nulla pondera sunt appensa. Mercator his fraudibus studens, in lance brachii majoris ponit mercem, quæ licet sit minoris ponderis, nihilominus æquilibrium servat propter excessum brachii, ob quem, quod deest ponderi, compensatur per majores vires in nexum, de quibus infra. Sed quomodo fraus proditur? proditur fraus, & universe exploratur fides cujuslibet libræ sola permutatione ponderum, qua facta, si non manet æquilibrium, dolosam esse libram tuto inferri potest.

II.

Æquilibrium datur etiam tunc, quando pondera, & eorum ab hypomochlio distantia in vecte reciprocant. V. g. si pondus A 10. libr. unum digitum distet à fulcro, & pondus B unius libr. 10. digitos. Atque ex hac Theoria confectum est instrumentum, quod *statera seu libra Romana* dicitur; constat jugo inæqualium brachiorum circa fulcrum mobili, serviens ad exploranda pondera ignota majora per pondus notum, quod pro libitu per brachium moveri potest. Structura stateræ satis constat vulgari experientia, *usus* vero est talis: Brachio minori appenditur pondus ignotum, tum pondus notum, quod *cursor* dicitur, v. g. unius libr. per brachium longius promovetur, usque dum lingula obtineat situm verticalem, jugum vero horizontalem. Dein observatur distantia Cursoris à fulcro: sit v. g. decies major, quam distantia corporis appensi brachio breviori. Inde inferitur, pondus hujus corporis esse 10. libr. En! reciprocationem ponderum & distantiarum. — Verum hic Philosophi ferme omnes non cessant admirari, cur in statera, ubi pondera & distantia reciprocant, pondus minus æquilibrium servet cum majore. Equidem in hac reciprocatione dari æquilibrium, experientia certissimum est! sed rationem physicam exquirunt; nam ad æquilibrium requiritur æqualitas virium: undenam autem stante inæqualitate ponderum globus A minor poterit habere vires viribus globi B majoris æquales, nisi vel illæ excrecant, vel hæ minuantur propter minorem vel majorem distantiam? sed quid, quæso! minor vel major ponderum à centro motus distantia conferre poterit ad incrementum virium?

III.

Recentiorum industriæ hanc virium æqualitatem operosius, quam feliciter conatæ sunt adhuc explicare. I. Aliqui cum P. FALCK hanc virium æqualitatem repetunt ex eo, quod pondus majus in minore distantia appensum vires suas quasi dividat, & earum excessum rejiciat in hypomochlium, sicut in plano inclinato corpus partem virium exonerat in planum, partem alteram intendit in motum, vel opponit ponderi, quocum servat æquilibrium. Sed hæc sententia pugnat cum *experientia*; certum enim est, quodlibet pondus in quacunque à fulcro distantia se totum exonerare in fulcrum libræ vel stateræ; nam utique manus sustentans libram, etiam sustentat & sentit utrumque pondus. II. Alii cum P. de CHALES repetunt ex eo, quod pondera pro diversa à centro motus distantia nunc majorem, nunc minorem quantitatem motus producant. At sententia hæc pugnat cum *ratione*; nam quælibet gravia in quocunque situ deorsum nituntur præcise vi massæ proportionata, & secundum directionem gravitatis; sola enim gravitas in causa est, cur corpus in vectem premat, & tendat deorsum. *Neque dicas*, pondus tamen majorem producere motum deorsum, & pondera cum celeritatibus reciprocare, si actu descendunt; nam in hoc casu, in quo pondus ab extrinseco determinatur ad motum deorsum, major motus celeritas utique non oritur ex mutua actione ponderum, sed præcise ex eorum cum vecte connexionem, ob quam neutrum pondus potest moveri ab extrinseco, nisi celeritas unius ascendentis & alterius descendens sit proportionalis distantis à fulcro.

IV.

Communior hodie dictam virium æqualitatem repetit ab æqualitate virium respectivarum. Sed quid intelligunt per *vires respectivas*? Per has intelligunt quidem absolutas, sed tamen ut impeditas, & quidem eo magis impeditas, quo pondus hypomochlio est vicinius. Ratio est; quia pondus majus, quo vicinius est fulcro, eo minorem deberet describere circum, eoque lineam magis curvam; quo autem minorem circum, & lineam magis curvam conficeret, eo magis recederet à recta, & impediretur à suo motu perpendiculari, quo tendit ad centrum. Oppositum fieret cum pondere minore, & remotiore à fulcro ob contrarias rationes. Adeoque licet non vires absolutæ, tamen respectivæ sunt æquales. Verum hæc hypothesis, præterquam quod pugnet cum ratione allata contra sententiam P. de CHALES, etiam evertit se ipsam; nam si vires respectivæ sunt ipsæ vires absolutæ ut magis vel minus impeditæ à motu, tunc si absolutæ omnino essent impeditæ, nullæ prorsus darentur respectivæ. Atqui stante æquilibrio vires corporum sunt omnino impeditæ

à motu, licet nitantur deorsum, cum utrumque à descensu impeditur, non aliter, ac si quodvis seorsim è clavo suspensum hæreret. Ergo nulla penitus daretur vis respectiva &c. — Quid igitur nos?

V.

Nos amplectimur systema P. GEORGII KRAZ mathematicum Professoris Anglipolitani, qui genuinam æquilibrii rationem recens detexit in suo opusculo de viribus corporum, in quo, quemadmodum in tam subtili, difficilique materia ingenti acurratone omnia ponderat, ita à Trivoltiensibus nuperrime insigni elogio est ornatus. Hic æquilibrii rationem deprehendit, esse non aliam, quam *æquales in utroque pondere vires in nexum*, quibus pondera utrinque appensa in se mutuo agunt. Igitur ex laudato opusculo ea, quæ explicando æquilibrio opportuna sunt, huc traducemus, merito supponentes, observationes ab eodem Authore institutas esse omnino exactas. Igitur per sequentes Theses, quasi per gradus, ad causam & physicam æquilibrii rationem ascendemus.

VI.

Imprimis pondera ex jugo utrinque appensa in se mutuo agunt, quatenus agunt in nexum communem in fulcro dissolvendum. Consequenter illa ponderum actio in se mutua, & vires in nexum circa fulcrum dissolvendum sunt idem. Assumamus vectem (Fig. 2.) ex meris v. g. 5. quadratis æqualiter inter se connexis compositum, atque fulcro L ita impositum, ut brachium K I sit ut 1. brachium alterum I D sit ut 4. utrinque sint suspensi globi N. 4. libr. & M unius libr. ut adeoque inter ambo hæc corpora detur reciprocatio ponderum & distantiarum. — Jam in hoc casu I. neuter globus agit in alterum immediate; neuter enim est immediate applicatus, sed solummodo mediate, mediante vecte, quatenus pondus N nitens deorsum agit in quadratum, seu brachium K I, quocum connectitur brachium I G, hoc iterum in aliud sibi connexum, & sic usque ad quadratum B D quocum connexum est pondus M. Eodem modo pondus M agit in pondus N idque ratione nexus; hoc enim sublato neutrum ageret in alterum. II. Igitur in hac dispositione pondus N non potest moveri, nisi aut abrumpat quadratum K I, cui annexum est, à quadrato I G, adeoque dissolvat nexum utrique quadrato communem, aut brachium longius I D una cum appenso pondere M attollat, ut clarum est. Eodem modo discurre de globo M. III. Quod si autem nexus communis I L sit admodum fortis, ac indissolubilis, non poterit deprimi unum brachium, quin attollatur alterum cum suo pondere annexo. — Igitur si ostendatur, actionem utriusque in hunc nexum communem in dato casu æqualem esse, hoc ipso ostenditur, etiam actiones in se mutuas esse inter se æquales; adeoque neutrum pondus posse ab altero

altero attolli; Ergo dari æquilibrium ob æquales vires in nexum. — Sed unde ostenditur, quod in reciprocatione ponderum & distantiarum ejusmodi actiones in se mutuæ, & vires in nexum utrinque sint æquales? R. Ex regula flexibili elastica; in hac enim potest ostendi primo, quod vires in nexum communem à puncto suspensionis crescant; dein quod crescant continuo per singula puncta distantiae usque ad fulcrum; denique quod crescant in ratione distantiae & gravitatis absolutæ, adeoque progressionem arithmetica numerorum naturalium 1. 2. 3. 4. &c.

VII.

Imprimis actionem & vires in nexum partium dissolvendum à pondere appenso versus fulcrum crescere, & quidem continuo per singula puncta distantiae, constat ex *observatione*, quam suppono esse exactam. Suspende in regula elastica flexibili circa punctum aliquod horizontaliter & immobiliter fixa, & in partes æquales divisa pondus M: quid docebit experientia? docebit, quod, quamdiu potest inflecti hæc virgula, eo magis inflectatur versus fulcrum, quo in majori ab eo distantia pondus suspendatur; magis enim inflectetur circa terminum I, si pondus M suspendatur in A, quam si suspendatur in E à termino I minus remoto. — Ex hac observatione sic discurre *ratio*: Virgam inflectere est partes ejus connexas à se mutuo magis sejungere; sejungere autem est dissolvere nexum partium. Ergo dum ejusmodi virga circa fulcrum eo magis inflectitur, quo major est ejusdem ponderis à fulcro distantia, hoc ipso eo major circa fulcrum fit nexus partium dissolutio. *Ant.* patet ex idea inflexionis. *Conf.* fluit ex antecedenti. Jam *subf.* Atqui si inflexio & dissolutio partium fit major, etiam actio inflectens fit major; nam actio inflectens est utique proportionalis ipsi inflexioni & dissolutioni tanquam causa effectui. Quod si autem actio inflectens fit major versus fulcrum, etiam vires in nexum fiunt versus fulcrum majores, ut patet ex *Thesi* præcedente. Ergo vires in nexum crescunt versus fulcrum. Jam autem cum nulla sit ratio, cur in aliquibus duntaxat jugi punctis, non item in omnibus crescant, legitime infertur, vires has crescere versus fulcrum continuo per singula puncta in regula flexibili. — Ex his ob paritatem rationis infertur ulterius, vires corporis appensi posita reciprocatione ponderum & distantiarum eodem

etiam

Fig. 1.



etiam modo crescere in linea inflexibili & rigida ; rigiditas enim & inflexibilitas virgæ non immutat actionem & nisum corporis appensi in virgam, sed solummodo impedit, ne nisus ille & actio virgam actu inflectat, ejusque partes solvat. — Ostendimus adhuc, quod, & quantum crescant vires in nexum à puncto suspensionis, nempe continuo, & per singula puncta distantiae usque ad fulcrum seu terminum. Sed quæritur porro, quomodo, & qua proportionem crescant?

VIII.

Vires in nexum partium regulæ elasticæ & flexibilis usque ad fulcrum per singula puncta crescunt ita, ut singula incrementa sint æqualia gravitati absolutæ ipsius ponderis absoluti; adeoque crescunt, ut crescit Numerus punctorum distantiae, scilicet progressionem Arithmetica secundum Numeros naturales 1. 2. 3. 4. nempe actio, & vires in prima particula, ex qua suspensum est pondus, sunt ut 1. in secunda ut 2. in tertia ut 3. & sic ulterius usque ad particulam ipsi fulcro proximam. Vires hac proportionem Arithmetica crescere constat *observatione* accuratissima; nam in eadem regula elastica, quæ concipitur quasi ex meris punctis inter se connexis constans, appendatur pondus N. ut 100. in distantia ut 1. dein hoc ablato appendatur etiam ad eandem regulam pondus M. ut 1. sed in distantia ut 100. ut adeoque inter hæc duo corpora detur reciprocatio ponderum & distantiarum. Jam sic: vires ponderis ut 100. sunt in nexum & fulcrum ut 100. Ratio est clara, cum enim pondus N fulcro proxime applicatum in punctum termino I proximum tanquam in immediatum suum sustentaculum toto pondere agat, atque inter punctum & punctum lineæ non nisi unicus nexus sit, necessario vis hujus ponderis N in nexum I. erit æqualis ipsi ponderi absoluto ut 100. Ergo etiam vires ponderis M ut 1. sed in distantia ut 100. in eundem nexum debent esse ut 100., consequenter æquales viribus ponderis N. Ratio est; quia regula eodem modo incurvatur circa communem nexum I. à pondere ut 1. sicut incurvatur à pondere ut 100. Jam *subf.* atqui tales esse non possunt, nisi singula virium incrementa sint æqualia gravitati absolutæ ipsius ponderis M. *Min.* per se clara est; nam vis ponderis M est ut 1. ponderis N ut 100. Ergo ut vires ponderis M sint æquales viribus ponderis N, debent necessario crescere: Debent crescere versus fulcrum; quia versus fulcrum regula magis inflectitur; debent crescere per singula puncta æqualiter; quia non est ratio, cur in uno puncto distantiae magis crescant, quam in alio. Erunt ergo singula virium incrementa æqualia ipsi gravitati absolutæ. — Incrementum hoc eodem modo fieri etiam in regula inflexibili, infertur ex paritate rationis.

IX.

Veritas Thesis etiam patet ex alia *observatione*, eaque fundamentali. Appende ex eadem linea elastica horizontaliter protensa duo corpora M & N seorsim, ac successive ita, ut pondera & distantiae exacte reciprocent v. g. in extremitate A & distantia ut 6. suspendatur corpus M unius lib. dein hoc ablato suspendatur in E ac distantia ut 3. corpus N ut 2. experientia ostendet utriusque ponderis actiones, & vires in nexum versus terminum I esse inter se aequales. Observationem hanc fundamentalem, in citato opusculo de viribus corporum pluribus demonstratam, paucis sic ostendimus: Vires corporis M applicati in distantia ut 6. in nexum versus terminum I sunt vel majores vel minores vel aequales viribus ponderis N. Atqui neque sunt majores, neque minores. Ergo sunt aequales. Prob. *Min.* in primis vires ponderis M non sunt minores; nam pars regulæ elasticæ E in posito casu magis flectitur à corpore M in distantia ut 6. quam à corpore N in distantia ut 3. adeoque non sunt minores; alias inflexio, seu effectus non posset esse major. Dein non sunt majores; nam si essent majores, tunc si corpus M remotius ad corpus N propinquius paulo minorem habuerit rationem, quam distantiam reciprocam à termino I, vires illius debent fieri aequales viribus corporis N propinquioris. Atqui hoc non fit; sed potius statim fiunt minores, quia pars E illico minus flectitur à corpore M remotiore, quam à propinquiore N. Quid ergo? Ergo si nec minores, nec majores sint, hoc ipso sunt aequales. Jam *subf.* atqui tales esse non possunt, si corpus N est absolute duplo majus, nisi ex parte corporis M singula virium incrementa sint aequalia gravitati ipsius absolutæ, ita, ut vires in secunda particula sint ut 2. in tertia ut 3. in quarta ut 4. &c. ut per se patet.

X.

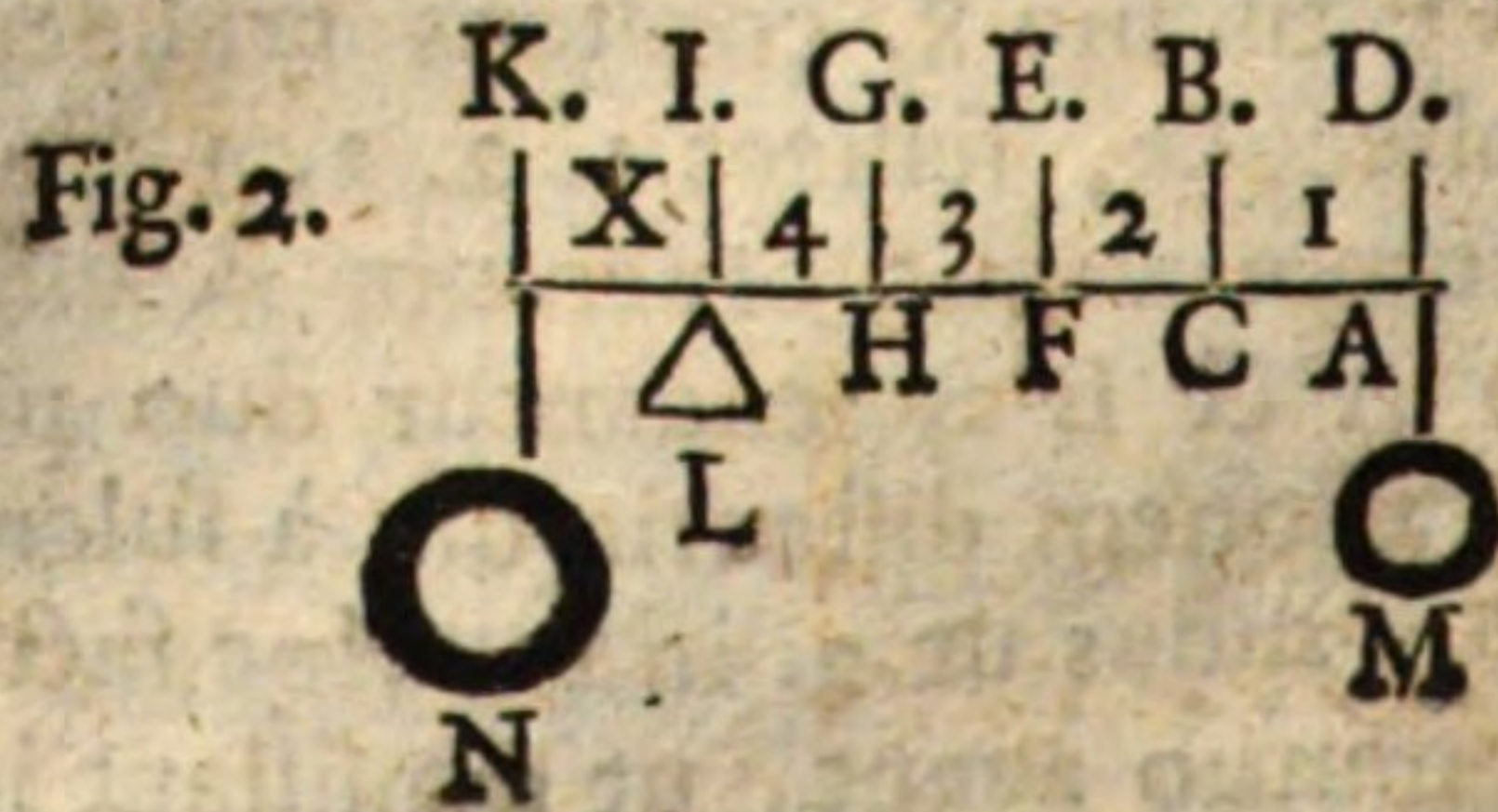
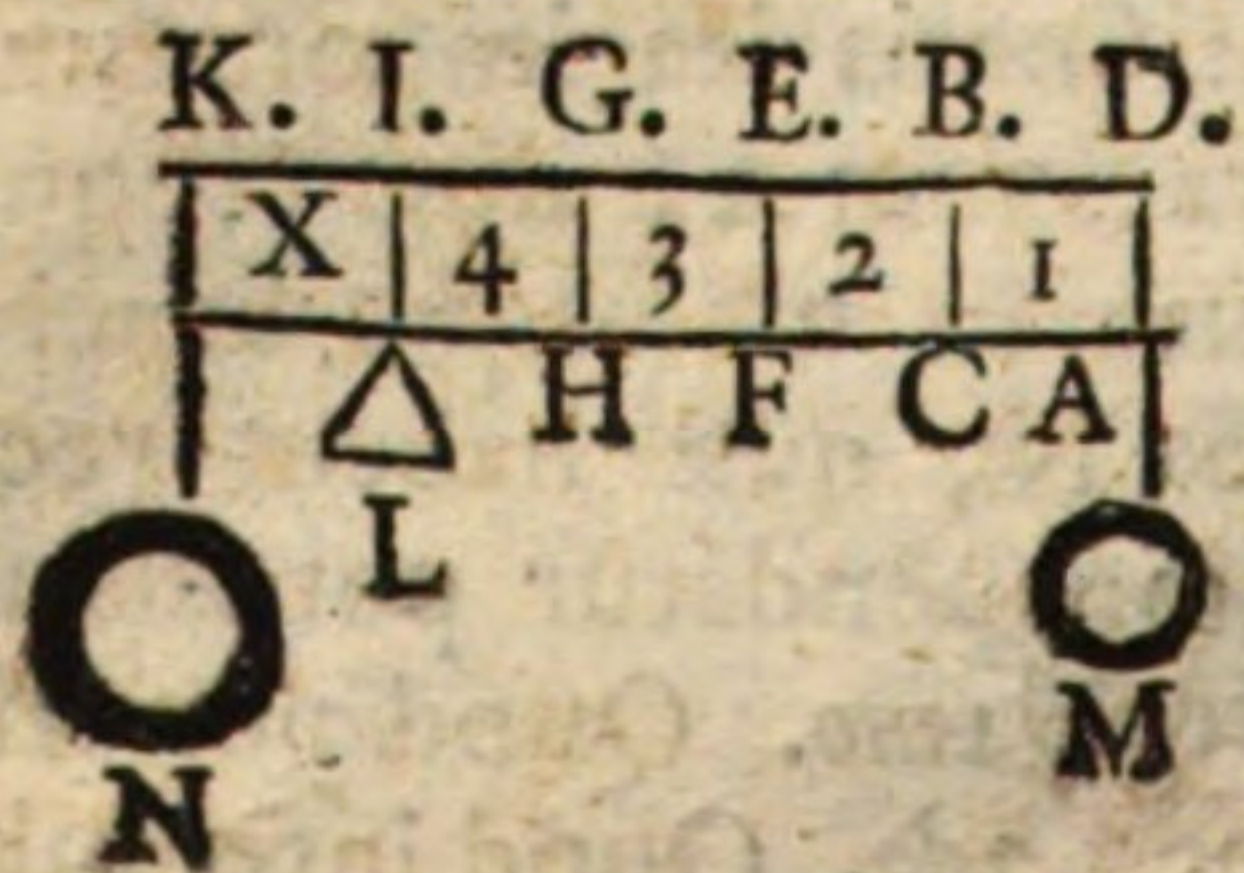
Ut tamen adhuc solidius stabiliret hanc thesin, excogitavit laudatus Author aliud genus vectis, quem Museum nostrum experimentale petentibus exhibebit. Vectis ex pluribus trabeculis ligneis in directum positus est ita constructus, ut singulae trabeculae inferius jungantur invicem per membranam, inferiori earundem superficiei agglutinatam, superius vero per brachia quaedam elastica ope fili metallici mutuo colligata. Vectis hic 8. constans trabeculis aciei prismatis ita imponatur, ut 6. trabeculae, scilicet 1. 2. 3. 4. 5. 6. unum brachium A, duae reliquae 7. 8. alterum vectis brachium B. efficiant. Tum in utriusque brachii extremo A & B appendantur duo pondera M & N, quae habent reciprocam rationem distantiarum à fulcro; nimirum appendatur pondus ut 6. in B, pondus ut 2. in A. Hoc facto observabitur *imo.* Quod pondera ita in se mutuo agant, ut consistent in aequilibrio. *2do.* Quod intervalla
inter

inter brachia superius divergentia à prima trabecula usque ad fulcrum C crescant quam proxime in progressionem arithmetica Numerorum naturalium 1. 2. 3. 4. &c. ex quibus iterum solidissime conficitur, vires in nexum crescere incremento per singula puncta continuo, & vi gravitati absolutæ ponderis proportionali, ita, ut ad ipsum fulcrum, si pondera & distantia reciprocant, evadant æquales, adeoque detur æquilibrium. — Equidem paradoxum tale incrementum virium in nexum videtur, hoc tamen fieri, *observationes* memoratæ ostendunt. Nihilominus, ne his observationibus, in quibus fundatur genuinum æquilibrii principium, ratio deesse videatur, hoc incrementum virium in nexum etiam fieri debere, porro *ratione & explicatione mechanica* perspicuum reddemus.

XI.

Hæc explicatio mechanica, ut clarior evadat, assumere nos cogit Fig. 2. subjectam, expressosque in ea vectes quadrangulares, in primis vectem ACB, in quo centrum motus sit in C. Si vecti huic in A appendas pondus M, hoc secundum suæ gravitatis directionem MA premet brachium AC deorsum. Hæc pressio sic concepta quatuor tanquam certa nos docet I. Quod à pondere M non possit deorsum urgeri brachium AC, quin punctum B trahatur, & urgeatur eadem vi secundum directionem brachio AC parallelam, seu secundum directionem horizontalem BD. II. Quod si vecti huic quadrangulari ACB in puncto B connexum ponas brachium EF alterius vectis, etiam punctum E traheretur secundum directionem horizontalem EB, & quidem propter ipsum nexum eadem vi, qua horizontaliter trahitur punctum B. III. Quod si punctum E independenter à connexionem cum puncto B jam urgeretur horizontaliter tanta vi, quanta secundum eandem directionem urgetur punctum B. Tunc E traheretur horizontaliter vi duplo majore, quam punctum B. IV. Si vecti EF in puncto E connexum est brachium GH alterius vectis, & punctum G propter ipsam connexionem cum puncto E traheretur horizontaliter eadem vi, qua horizontaliter trahitur E. Adeoque si punctum E trahitur vi duplo majore, quam punctum B, etiam punctum G traheretur vi duplo majore, quam punctum B.

Quod-



Quodsi punctum G independenter à nexu cum puncto E jam traheretur horizontaliter vi ut 1. necessario punctum G traheretur vi triplo majore, quam punctum B, & sic ulterius. Quod hic de vectibus quadrangularibus diximus, pariter intelligendum est de vectibus triangularibus, aut quadratis. — Sed unde probatur, quod ejusmodi puncta superiora jam trahantur aliunde vi horizontali?

XII.

Consideremus in Figura memorata lineam inflexibilem A L horizontali parallelam pro facili captu ex meris quadratis, quæ punctis physicis sufficimus, compositam, ita, ut quadrata ista inferius in punctis C F H sint connexa, non item in superioribus B E G, in A normaliter appensum sit pondus M unius libr. Jam certum est I. quod hoc pondus M in extremitate jugi æquali vi ut 1. urgeat deorsum singula puncta infima A C F H L inter se connexa à puncto suspensionis usque ad fulcrum. Ratio est; quia singula hæc puncta sustentant pondus, atque à descensu impediunt. Ergo hoc ipso pondus, dum in singula hæc vectis puncta agit premendo perpendiculariter, simul etiam in eorum nexum, & partes superiores agit, eas horizontaliter trahendo vi pariter ut 1. sive dein vectis sit flexibilis, sive rigidus, ob paritatem rationis. Certum est II. quod si ponamus, quadrata illa etiam inter se esse connexa in partibus superioribus, scilicet in B E G, tractioni horizontali, quæ fit dependenter à sola connexione partium inferiorum, etiam accedere tractionem horizontalem alteram, quam quadratum primum exercet mediante nexu B in quadratum 2dum, quadratum 2dum mediante nexu E in quadratum 3tium, ac denique quadratum 3tium mediante F in quadratum 4tum; hoc enim liquet ex præcedente Thesi.

XIII.

Ex his jam habetur ratio & explicatio mechanico-physica incrementi virium in nexum à puncto suspensionis usque ad fulcrum secundum proportionem Arithmeticam 1. 2. 3. 4. &c. si ex vectis ad horizontem paralleli puncto A normaliter dependeat pondus aliquod. Sic enim argumentor: tantæ sunt vires in nexum B C circa B, qui datur inter particulam 1mam & 2dam, quanta est tractio & determinatio ad avellendam particulam 1mam à 2da circa B. Atqui tractio & determinatio ista circa B est ut 1. seu ut ipsum pondus appensum in A; nam particula 1ma in puncto B tanta vi trahitur horizontaliter secundum directionem B D, quanta vi quadratum in puncto A à pondere appenso unius libr. urgetur deorsum. Atqui urgetur deorsum vi æquali ipsi ponderi, adeoque ut 1. Ergo &c. II. Tantæ sunt

vires in nexum E F, qui datur inter particulam 2dam & 3tiam, quanta vi particula 2da circa punctum E trahitur horizontaliter secundum directionem E B. Atqui tractio ista horizontalis in E est ut 2. Ergo &c. *Min.* ostenditur: quadratum 2dum hoc ipso, quod in puncto infimo C urgeatur à pondere deorsum vi ut 1. in puncto E urgetur horizontaliter vi pariter ut 1. & insuper à puncto B, quocum connexum esse ponitur, urgetur horizontaliter eadem vi, qua horizontaliter urgetur ipsum punctum B. nimirum alia vi ut 1. Ergo tractio horizontalis in E, adeoque vis in nexum E F est ut 2. III. Vis in nexum G H inter particulam seu quadratum 3tium & quartum tanta est in G, quanta quadratum 3tium circa punctum G trahitur horizontaliter. Atqui trahitur horizontaliter vi ut 3. nempe vi ut 1. à pondere M premente deorsum in punctum infimum F, & vi ut 2. à puncto E, quocum connexum est. Ergo vires in nexum G H circa G sunt ut 3. & sic porro. Quodsi ponatur corpus M appensum in A esse v. g. 4. libr. eodem modo explicatur incrementum virium; erit enim tunc vis in nexum B C ut 4. in nexum E F ut 8. in G H ut 12. in I L ut 16.

XIV.

En! quam bene æquilibrium corporum solidorum pondera & distantias reciprocantium laudatus Author explicet; dum hujus æquilibrii rationem docet esse æquales in utroque pondere vires in nexum, quibus pondera utrinque appensa in se mutuo agunt; hanc enim virium æqualitatem in reciprocatione ponderum & distantiarum dari, ex observationibus regulæ elasticæ diversis successive ponderibus inflexæ, ostendit omnino philosophice; quia ostendit independenter ab æquilibrio, id quod nulla hætenus sententia præstitit; nam, ut dictorum compendium exhibeam, ex ea inflexione habetur, I. quod vis in nexum, quæ in puncto suspensionis præcise est ut gravitas absoluta ponderis appensi, ab illo puncto usque ad fulcrum crescat, II. quod crescat per singula puncta distantiae, III. & quidem progressionem Arithmetica Numerorum naturalium 1. 2. 3. 4. &c. adeoque incrementa singula æqualia sint gravitati absolutæ ponderis. IV. Sunt igitur (præscindendo adhuc, & independenter ab æquilibrio) vires in nexum circa fulcrum, ut gravitas absoluta ponderis ducta in omnia puncta distantiae, sive ut factum ex gravitate absoluta ponderis in suam à fulcro distantiam. V. Hæc facta cum in reciprocatione ponderum & distantiarum necessario sint æqualia, etiam vires in nexum circa fulcrum ab utroque pondere æquales sunt. VI. Hac æqualitate virium stante, cum pondus unum ab altero elevari vel deprimi nequeat, necessarium est, ut in reciprocatione ponderum & distantiarum detur æquilibrium.

XV.

Sed quæris, quid denique sint istæ vires in nexum? R. Non sunt impetus, sive Entitates quædam reales de novo productæ, atque à pondere appenso singulis particulis jugi, sive immediate à gravitate, sive mediate mediantibus impetibus impressæ; nam per ejusmodi entitates reales quas- cunque in corpore de novo productas memorata virium incrementa, quæ certo dantur, explicari nullo modo possunt; nam cum gravitas corporis ap- pensi solummodo agat perpendiculariter deorsum, & unus impetus non po- sit producere alium se ipso fortiozem, non apparet, quomodo corpus possit producere impetum secundum directionem horizontalem, aut quomodo isti impetus à loco suspensionis usque ad fulcrum possint continuo cre- scere. Igitur vires istæ in nexum nihil aliud sunt, quam meræ deter- minationes extrinsecæ, seu impulsus secundum certam directionem, quæ determinationes proveniunt ab actione ponderis, qua dum singulas lineæ particulas normaliter urget secundum lineam perpendicularem, simul etiam in easdem agit secundum directionem ipsi lineæ parallelam trahen- do. Quare dum pondus continuo vecti horizontali normaliter sit appli- catum, & gravitas continuo agat in pondus, pondus autem in vectem, & quælibet particula vectis in particulam proxime sibi connexam, facile patet, istam harum particularum & ponderis appensi impenetrabilem sub- stantiam idem posse præstare quod præstare juxta alios deberet impetus quidam absolutus, aut entitas quæcunque accidentalis de novo producta. Ex his facile solvuntur objectiones, quæ ad speciem contra assignatam æquilibrii causam possent fieri.

Cæterum quantam utilitatem practicam hæc materia de æquilibrio in se contineat, ex eo desumas, quod ejus principiis innitatur tota do- ctrina Mechanico-physica de motu corporum, qui sublato æquilibrio ope machinarum mechanicarum exoritur. Ad hunc igitur motum me- chanicum post explicatum solidorum æquilibrium pulcherrimo doctrinæ ordine delabimur.





EX MECHANICA,
DE MOTU SOLIDORUM OPE
MACHINARUM.

XVI.

Quemadmodum in æquilibrio sustentatur pondus majus à pondere minore ut adhuc ostensum est; ita etiam potest loco moveri à vi minore per instrumentum. Mira hæc vis & modus ita movendi pondera ingentia Philosopho minus mirabilis est, perspicienti rationem ex proposita doctrina statica per hunc discursum: pondus minus sustentat pondus majus, si est applicatum ad distantiam, quæ habet rationem reciprocam ponderum. Ergo etiam vis minor potest aliquod corpus loco movere, si est applicata ad tantam distantiam, quæ habet majorem rationem ad distantiam ponderis, quam pondus ad illam vim. Instrumentum serviens ad movendum pondus majus vi absolute minori dicitur *machina*; machinæ vim imprimens vocatur *potentia*; scientia de legibus & phænomenis motus artificialis per machinas vocatur *mechanica*. Hic motus corporum, quo ope machinarum minore virium impendio corpora moventur, quamquam multum dependeat ex iis, quæ de ratione physica æquilibrii in reciprocatione ponderum & distantiarum dicta superius sunt: tamen quia in ordine ad præsentem materiam perinde est, quæcunque demum ratio physica istius sit, Mechanica generale statuit principium, ad quod in usu machinarum attendi debet, estque hoc: Si *potentiæ distantia* & *velocitas* *majori excessu superat distantiam* & *velocitatem*, quam *reciproce pondus potentiam*, pondus *movebitur*: v. g. Si pondus est ad potentiam ut 6: 2. nempe in ratione tripla, & potentia est applicata ad distantiam, quæ ad distantiam ponderis est ut 7: 2. dabitur motus ponderis. Hoc statuto, machinas, prout ad Physicæ rationem necesse est, tantisper expendamus.

XVII.

Vectis prima & simplicissima mechanicæ machina est, ad quam revocantur *Peritrochium*, *fulcrum*, *ergata*, *trochlea*, *rotæ dentatæ* seu *Glossocomum* &c. Vectis est palus oblongus materia solida constans, qui ad ingentia pondera facilius movenda commodum adhibetur. Tria in eo puncta distinguuntur. Unum est *fulcrum*, Græcis *hypomochlion* nuncupatur. Alteri applicatur *potentia* sollicitans machinam, alteri *pondus* sustinendum, vel movendum. Hæc tria puncta possunt triplici modo in vecte dispo-

disponi, I. sic, ut fulcrum sit inter potentiam & pondus, & est vectis primi generis, sive Heterodromus, II. sic, ut pondus sit inter potentiam & fulcrum, & est vectis Homodromus sive secundi generis, III. sic, ut potentia sit inter pondus & fulcrum, & est vectis tertii generis. Theoriam sive dogma supra memoratum de machinis facile applicabis ad vectem primi & secundi generis tanquam ad speciem sic: *Si in vecte potentiae distantia, & velocitas majori excessu superat distantiam ponderis & velocitatem, quam pondus potentiam, pondus movebitur, eoque facilius, quo major est excessus.* In tertio vectis genere id solum commodi est, quod potentia motrix pondus levius movere possit celeritate majori, id quod sua non caret utilitate, dum temporis compendium quaeritur.

XVIII.

Theoriae vectis plurima opificum instrumenta innituntur; hinc eorum proprietates & praxes ex principiis de vecte sunt explicandae. Ad vectem primi generis referuntur I. forceps & forfex, instrumenta composita ex duobus vectibus, & ut intuenti patet, primi generis, habentque commune fulcrum in axiculo seu in claviculo medio, quo connectuntur, potentia extremis brachiorum partibus admovetur, resistantiam corpus scindendum efficit. Unde consequitur, eo facilius forficibus discindi corpora, tum quo brachia manubrii longiora fuerint, tum quo corpus axiculo propius accesserit. II. Si baculum apprehensis extremitatibus applicas ad genu, facile franges; nam duae partes baculi sunt quasi duo vectes primi generis, fulcra sunt duo puncta genu, pondus superandum sunt particulae cohaerentes & separandae, potentiae sunt manus, quae quo remotiores sunt à genu tanquam fulcro, eo facilius franges baculum. III. Clavum facile extrahes ex affere, si forcipem apprehenso clavi capite flectas versus afferem; sic enim forceps fit vectis primi generis, in quo clavus est pondus, fulcrum est punctum afferis, cui forceps innititur, manus applicata manubrio potentia est, clavum eo facilius extrahens, quo longius est manubrium, quove minus clavus distat à fulcro.

XIX.

Ad vectem secundi generis reducuntur I. quaelibet janua; cardines enim constituunt fulcrum, janua pondus, manus applicata extremitati januae potentiam, quae illam, quo remotior à cardinibus est, eo facilius aperit. II. Culter uno extremo affixus mensae: ubi clavus affixionis est fulcrum, corpus scindendum est resistantia, manus cultri manubrio applicata obit vices potentiae; hinc panem eo facilius scindes, quo propius admoveris fulcro. III. Sera facilius aperitur, si annulo clavis inferatur baculus vel alia clavis; nempe baculus altera sui parte applicatus

geminis annuli punctis sibi oppositis seu semicirculis, rationem vectis secundi generis habet; nam unus semicirculus annuli à manu remotior est fulcrum, alter manui vicinior una cum sera est corpus movendum, manus est potentia, eo facilius agens, quo magis distat à centro.

XX.

Pariter navis sive *remis* sive *velis* mota, non ad vectem primi, ut Aristoteles censuit, sed secundi generis reducenda est, quoniam tria hujus vectis essentialia habet; nam si remis ad scalmum alligatis movetur, pondus est navis cum aqua anteriore per navim removenda, fulcrum est aqua resistens palmulæ remi, potentia est manus remigis, quæ majorem habet distantiam ab aqua tanquam fulcro, quam scalmus navis. Ea causa fit, ut facilius propellatur navigium, quo remotior à scalmo est remigans, & quo scalmus aquæ propius admovetur. Si navis promovetur *velis*, pondus est navis, aqua est fulcrum, ventus velis applicatus est potentia, quæ promovet navim secundum directionem horizontalem. Hinc deducitur, cur navis velocius procurrat, quo altius antenna in malo attollitur.

XXI.

Theoria de vecte tradita declarat phænomena de pertica & hasta. I. Si extremitate sua perticam apprehendas, ingenti vi ad eam elevandam opus est; nempe tunc & fulcrum & potentia sunt in eadem manu, pondusque alterius extremitatis longissime à fulcro distat. Contra vi nulla opus est, si apprehendas manu unam extremitatem, altera terræ insistente; tunc enim datur vectis secundi generis. II. Quando duo bajuli idem pondus perticæ annexum gestant humeris, habetur duplex vectis secundi generis, ita, ut quilibet humerus sit simul potentia & simul fulcrum respectu alterius. Potest igitur pondus v. g. 100. libr. ita aptari, ut vir portet 80. puer vero tantum 20. libras, si nempe inter pondus & puerum intercedant octo partes decimæ perticæ, inter pondus autem & virum non nisi duæ partes decimæ intercipientur. III. Miles hastam 5. ped. longam fert impositam humeris, ita, ut hasta sit in partes æquales divisa, & parti anteriori applicata sit manus, parti posteriori affixus capo 3. libr. manus, ut hastam in situ horizontali sustentet, illam deprimere debet vi ut 3. Ergo humerus sentiet universim vim ut 6. Verum si hastam ita removerit, ut pars posterior 4. pedes, & anterior 1. pedem adæquet, tunc capo obtinebit vires ut 12. Nam factum ex pondere ut 3. in distantiam ut 4. est æquale 12. Ergo manus habens distantiam ut 1. ab humero tanquam fulcro, ut opponat vires in nexum æquales, debet tanquam potentia impendere vires absolutas ut 12. nam factum ex
distan-

distancia ut 1. in pondus ut 12. est æquale 12. adeoque humerus præter pondus hastæ sustentat vim ponderis ut 3. & vim potentiae ut 12. universim 15.

XXII.

P*eritrochium* secunda mechanicæ machina, est rota constans axe cylindrico & infixis radiis circumferentia conclusis, quibus applicata potentia rotat cylindrum & rotando attrahit ope funis pondus cylindro applicatum. Quodsi axi situm horizontalem obtinenti præcise jungantur Scytalæ seu radii, *sucula* nuncupatur: si vero ad perpendicularum erectus fuerit, *ergata* nominatur; adeoque ergata & sucula differunt in eo, quod illa situm verticalem, hæc horizontalem teneat. Huc etiam referendæ sunt rotæ, quas homo aut equus tanquam potentia internæ cavitati insistentibus pedibus antrosum porrectis revolvit, nec non rotæ in molendinis, in quarum prominentes palmulas incurrens aqua vel ventus efficit, ut circumagantur. Ejusmodi machinæ revocantur ad vectes primi generis, per punctum axis tanquam per fulcrum in duas partes divisos. Uni parti, nempe radio applicatur potentia, alteri semidiametro cylindri applicatur pondus. Unde memoratam regulam generalem, qua machinæ diriguntur, ad Peritrochium tanquam ad speciem ita applicabis: *Sicut se habet distantia radiorum ad distantiam semidiametri cylindri, ita se habet pondus ad potentiam*; ut proinde, si potentia ab axe tanquam fulcro palmis quatuor, pondus vero solum palmo uno distet, triplo facilius potentia operetur. Hinc quo gracilior est cylindrus, quoque longior radius, eo minor vis sufficit, ad pondus elevandum: Contra quo crassior cylindrus, eo major vis requiritur. Igitur cavendum, ne funis cylindro ita circumvolvatur, ut spiræ spiris imponantur; sic enim diameter cylindri cresceret, ea autem crescente decrescunt vires potentiae. — Ceterum Peritrochii usus frequentissimus est in fontibus, quos ubique in pagis cernere est, in fodinis, & erigendis ædificiis utimur sucula, ergata præprimis ad trahendos usque ad summa domorum saccos frumentarios.

XXIII.

G*lossocomum* tertia Mechanicæ machina perutilis, inventa ab Herone Alexandrino, est complexus plurium rotarum dentatarum, quarum una habet dentes insertos dentibus vel verticillis axis cylindrici alterius rotæ. V. g. sint tres rotæ dentatæ A B C quælibet instructa 100. dentibus. Periphæria rotæ tertiæ C sit inserta axi rotæ secundæ B 10. dentibus armato, periphæria rotæ secundæ sit conjuncta axi rotæ primæ. Hæc machina reducitur ad vectem primi generis, & quidem si partes superiores, & inferiores rotularum abesse fingas, compositum concipies ex triplici vecte perpetuo, ita, ut semidiameter rotæ sit pars longior

gior vectis, cujus extremitati in prima rota applicatur potentia; centrum rotæ sit fulcrum, & semidiameter axis cylindrici sit pars brevior vectis, cujus extremitati concipitur esse applicatum pondus mediante rota secunda B, quæ eatenus applicatur rotæ primæ A, quatenus dentes suos inserit ejusdem axis dentibus. Unde patet, distantiam potentiæ ab hypomochlio esse semidiametrum rotæ majoris & distantiam ponderis esse semidiametrum axis cylindrici, & hinc valet: *Ut semidiameter major ad minorem: ita pondus ad potentiam.* Adeoque si major semidiameter excedat minorem decies, pondus unius libræ per modum potentiæ in æquilibrio est cum pondere 10. librarum quod concipitur in axe rotæ primæ suspensum. Rursus cum pondus 10. libr. elevandum in extremitate axis rotæ primæ concipi possit tanquam potentia respectu rotæ secundæ, & quoniam in ea servetur eadem proportio, scilicet quod semidiameter rotæ secundæ ad semidiametrum sui axis sit rursus ut 10: 1. hæc 10. librarum potentia axi rotæ primæ applicata poterit sustentare pondus 100. librarum, quod concipitur appensum in extremitate axis rotæ secundæ in distantia ut 1. Denique quia pondus 100. libr. elevandum in axe rotæ B fungitur pariter munere potentiæ respectu rotæ tertiæ, cum semidiameter hujus rotæ C ad semidiametrum axis sit ut 10: 1. hæc 100. libr. potentia poterit sustentare pondus 1000. libr. ob reciprocationem ponderum & distantiarum. Proin pondus unius libr. applicatum in extremitate rotæ primæ A erit in æquilibrio cum pondere 1000. libr. appenso in extremitate rotæ tertiæ C. Igitur si pondus unius libr. vel ponderis loco æquivalens potentia pauxillum augeatur, poterit tale pondus omnino movere.

XXIV.

Ex his intelligitur, quantum crescat tarditas motus in rotis succedentibus, & multo magis in axibus cylindricis; nam dum potentia rotam primam circumagit, simul ejus axis Cylindricus decies tardior per suos 10. dentes movet 10. duntaxat dentes rotæ secundæ. Ergo rota prima 10. circumvolutiones absolvere debet, donec rota secunda absolvat unam. Sicut rota secunda se habet ad primam, sic tertia ad secundam. Ergo rota secunda pariter 10. circumvolutiones absolvere debet, donec rota tertia unam absolvat. Igitur potentia rotam primam centies circumvolvere debet, donec rota tertia semel circumvolvatur. Porro dum rota prima centies circumvolvitur, adeoque centies celerius movetur, quam rota tertia, etiam millies celerius movetur, quam axis rotæ tertiæ, cui axi appensum hæret pondus. Ratio est; quia semidiameter seu radius rotæ, est decuplus semidiametri axis. Igitur si rota prima centies celerius movetur, quam rota tertia decies velocior suo axe, rota prima millies celerius movetur, quam axis rotæ tertiæ, cui appensum est pondus.

us. Quapropter obtinet proportio : *Velocitas potentiae est ad velocitatem ponderis ut 1000 : 1.* Hinc machinae hujus adminiculo vis libram unam potens elevare, ad 1000. libras attollendas idonea redditur.

XXV.

Potest igitur duplex dari explicatio Glossocomi. I. Ita, ut juxta thesin XXIV. celeritas rotæ primæ comparetur cum celeritate axis rotæ tertiæ. II. Vel ita, ut juxta thesin XXIII. in qualibet rota distincte concipiatur vectis. In utraque explicatione ratio tam facilis motus consistit in hac argumentatione : Si potentia est ita applicata, ut distantia à fulcro & celeritates initiales sint in ratione reciproca potentiae & ponderis, tunc potentia sustentat pondus. Ergo si potentia est paulo major, vel ita applicata, ut ratio distantiae & celeritatis sit major, tunc omnino movet pondus; quia sic vires potentiae sunt majores, quam ponderis.

XXVI.

Trochlea quarta mechanices machina, est instrumentum constans uno vel pluribus orbiculis seu rotulis circa axes suos alicubi fixos mobilibus, quibus circumvoluto fune à potentia pondera adducuntur. Si una duntaxat adhibetur rotula, appellatur trochlea *simplex* & *monospastos*; si vero è duabus rotulis, vel tribus, vel quatuor coalescat, pro eorundem numero, dicitur *dispastos*, *trispastos*, *tetraspastos*, & universe *polispastos* vocatur. — *Monospastos* est vel primi, vel secundi generis. *Monospastos* primi generis est unica rotula immobilis ex axe fixo pendula, per quam volvitur funiculus ita, ut ex una parte ferat pondus, ex altera moveatur à potentia: & sic reducitur ad vectem perpetuum primi generis; nam in centro trochleæ est fulcrum, & duæ semidiametri rotulæ sunt duo brachia vectis, quorum extremitatibus concipiuntur hinc potentia, inde resistantia per funem applicatæ. Unde quoniam pondus & potentia æqualiter distant, adeoque in potentia non sit excessus distantiae, efficiens majores vires, hinc talis rota fixa non juvat potentiam, nisi per accidens, ad commodiorem scilicet elevationem ponderis, tum quia facilius deorsum, quam sursum trahimus, tum quia funis facilius una cum trochlea fixa in orbem movetur, sicque frictio minuitur. *Monospastos* secundi generis dicitur, si ipse axis rotulæ una cum pondere sibi appenso elevandus est ope funiculi, qui ex una parte superne affixus est, ex altera parte à potentia sursum vel deorsum movetur. Hæc exhibet vectem secundi generis, eoquod pondus trochleæ affixum contineatur inter fulcrum & potentiam, & diameter trochleæ considerari potest ut vectis. In hac consideratione potentia duplo remotior est à fulcro, quam pondus, adeoque acquirit
C duplo



duplo majores vires : Igitur sustentare potest pondus duplo majus. Quoniam autem monospastos secundi generis est valde incommodus potentiae ob attractionem sursum tendentem, hinc commodius adhibetur dispastos, qui nimirum praeter rotulam mobilem etiam immobilem habet. Propterea tamen potentia non magis augetur. Ratio patet ex dictis; quia trochlea immobilis & fixa nihil virium addit potentiae.

XXVII.

Ex dictis facile intelligis, in polispasto superiores rotulas fixas seorsim spectatas, esse quasi totidem monospastos primi generis, inferiores vero secundi generis, adeoque ab his, non illis potentiam juvari. Sed quantum juvatur? R. In polispasto potentia se habet ad pondus, ut 1. ad numerum funium inferiorum. Ratio est haec: dum potentia funis extremum tenet, pondus gravitate sua eo usque descendit, usque dum funes pondus sustinentes, sint aequaliter tensi, ac pondus distribuitur per funes inferiores aequali vi à singulis gestandum. Pondus ita aequaliter distribui *experientia* docet; quodsi enim sinistra manu omnes funiculos inferiores (ponamus quatuor) apprehendas, doceberis, à sinistra totum pondus sustentari; quodsi autem sinistra apprehendas duos, dextra reliquos duos, divisionem ponderis senties. Ratio alia est, quia potentia funes debet decurtare, adeoque maiore celeritate pondus movere. Quo major igitur in polispasto est numerus rotularum & funium, hoc plus virium acquirat potentia ad movendum pondus, movebitque, si major pauxillum fuerit ejusdem valor, quam simpliciter requiratur ad pondus in aequilibrio sustentandum. — Sed quomodo invenitur polispastus seu numerus funium? R. Per regulam auream, cognito pondere & potentia e. g. sit potentia ut 2. pondus ut 12. dic: sicut se habet potentia ut 2. ad pondus ut 12. ita 1. ad numerum 4tum, qui est 6. simili analogia inquire pondus vel potentiam.

XXVIII.

Vis explicatarum haecenus machinarum theoricè loquendo potest in immensum augeri; nam in vecte concipere licet maiorem & maiorem distantiam potentiae à fulero; in peritrochio maiorem continuo peripheriam, in Glossocomo plures & plures rotas; in Trochlea rotulas & funiculos in infinitum plures: Ergo & distantias in infinitum; consequenter potentia minima applicari potest, ut obtineat majores vires motus, quam habeat pondus quodcunque per talem machinam lentissime movendum. Hinc sine jactatione ad Regem syracusanum Heronem dixit Archimedes: *Da, ubi consistam (extra terram) & terram movebo.* Enivero fidei

fideli calculo demonstravit Cl. P. SCHOTTUS noster, ab exigua potentia, quæ aliquantum superat talentum auri, seu 125. libras, globum terraqueum, tametsi ex solido auro conflatus foret, in altum extolli suo è loco posse. Pariter P. de CHALES ostendit, potentiam, quæ de se granulum arenæ movere posset, qualis est in formica, glossocomo 50. rotarum adjutam posse & terram & totum firmamentum movere.

XXIX.

Planum inclinatum est machina simplicissima, confecta ex tabulis, faciens cum linea horizontali angulum acutum. Servit ad gravia facilius attollenda. v. g. ad dolia in currus elevanda. Ratio, cur aliqua facultas accedat potentia, est hæc: quantum recedit planum inclinatum à linea perpendiculari, minorque fit altitudo, tanto magis impeditur nîsus descensus per planum inclinatum à linea perpendiculari. Ergo etiam tanto minor requiritur vis ad elevandum pondus per planum inclinatum. Sed quanta inter potentiam & pondus statuitur proportio? R. Si potentia se habet ad pondus, sicut altitudo ad longitudinem tunc potentia sufficit sustentando ponderi. E. g. sit altitudo unius & longitudo duorum pedum, potentia ut 1. sustinet pondus ut 2. Adeoque potentia paulo major quam 1. omnino movebit pondus ut 2. *Ratio* est: gravitas respectiva, quam corpus obtinet in plano inclinato, tanto evadit minor, quantum recedit planum inclinatum à linea perpendiculari. Ergo etiam tanto minor requiritur potentia ad corpus sustinendum. Cæterum cognita ratione altitudinis plani ad longitudinem, facile determinabitur valor potentia, quæ corpus sustentet. v. g. Si sit altitudo ad longitudinem ut 1: 5. tunc satis erunt 20. libræ ad 100. libras in hoc plano sustinendas; ut enim 1: 5:: 20: 100. adeoque potentia 21. libr. attollet pondus. — Ex plano inclinato derivantur *cochlea* & *cuneus*.

XXX.

Cochlea est cylindrus in spiras convexas seu extuberantes elaboratus, qui inseritur tigno in spiras concavas efformato, ita, ut spiræ concavæ convexis congruant. Serviunt cochleæ ad validam compressionem, ut fit in prelis, quam potentia per cochleam facilius efficit, quam per directam compressionem. *Ratio* petenda est ex planis inclinatîs; nam spiræ, in quas cylindrus protuberat, exhibent continuum quasi planum inclinatum cylindro circumvolutum. Longitudinem plani indicat longitudo spiræ inclinata, & distantia unius spiræ ab altera considerari potest tanquam altitudo plani. Hinc universe potentia tantum facilitatis obtinet per cochleam, quantum unus ambitus spiralis superat lineam inter duas spiras interceptam. Quare quo major spirarum ambitus seu longitudo,

tudo, minorque altitudo, eo minor requiritur potentia. Unde si nota est distantia unius spiræ ab altera, sit v. g. æqualis 4. longitudo inclinata seu ambitus spiralis æqualis 32. potentia æqualis 20. innotescet pondus movendum; nempe operandum est per regulam auream sic, ut 4. 32 :: 20 : 160. simili analogia invenies potentiam, distantiam spirarum, longitudinem inclinatam. — Cochleæ addi solet scytala, quæ proin tantum facilitatis addit potentiæ, quantum ejus longitudo superat semidiametrum cochleæ: tales cochleæ sunt terebræ.

XXXI.

Famosa est *cochlea infinita simplex*, exterior sine interiore. Hæc aptatur rotæ dentatæ, cujus prominentias continuo succedentes sine fine circumagitur. Machina ista mirum valet ad pondera attollenda; nam vires potentiæ augentur eo magis, non modo quo plures fuerint rotæ dentes, sed etiam, quo major fuerit radius, cui potentia applicatur, quoque gracilior axis rotæ, cui funis, ex quo pondus pendet, circumducitur. Quorum omnium ratio ex hucusque dictis colligitur. Attamen etiam longiore tempore est opus, ut pondus ad notabilem altitudinem elevetur; nam si potentia est applicata manubrio adjuncto cochleæ, per integram revolutionem manubrii tantum unicum dentem rotæ movet. Ergo si v. g. sunt 100. dentes, potentia centies gyrare debet manubrium, donec rota unam gyrationem absolvat, adeoque si semidiameter manubrii est æqualis semidiametro rotæ, potentia centuplo majorem celeritatem habet, quam rota, & millecuplo majorem, quam axis rotæ, si rotæ periphæria decies contineat axis periphæriam. Unde machinæ hujus adminiculo vis potens unam libram sustentare, cum pondere mille libr. æquilibrium constituet, attollet vero, si ad illud paulo majorem sortiatur rationem, ac sit ut 1 : 1000. Cæterum servire potest hæc machina, si celeritatis augmentum quæritur; corpus enim aliquod celerrimo motu movebitur, si nimirum pondus applicetur cochleæ, & potentia rotæ.

XXXII.

Cuneus Machina septima est, quæ nihil aliud est, quam duplex planum inclinatum: partes ergo corporis per cuneum fissæ moventur supra utrumque cunei latus, quasi super duplex planum inclinatum. Ergo tota cunei vis, qua in findendo juvatur potentia, repeti à plano inclinato debet, adeoque vis potentiæ erit ad pondus sive resistantiam, ut altitudo plani ad ejus longitudinem, seu ut dimidia pars dorso ad longitudinem. Consequenter eo facilius adiget cuneus, quo minorem angulum fecerint duo latera, seu quo minorem ad se invicem inclinata latitudinem habent. — Machinas hætenus memoratas Museum nostrum physico-expe-

experimentale subministrat, ut earum usus civilis discenti tyroni Physico eo facilius explicetur. Ex his componuntur plures aliæ in usus varios. Sed dicta sufficiant; nam nostrum est, non artifices, sed physicos docere ea, quæ ab ipsis nec ignorari citra turpitudinem possunt, nec morari nimium properantes ad alia debent.

XXXIII.

Pro coronide solum juverit hic explicare, qualis potentia requiratur ad movendum determinatum pondus per certam machinam. Solutio problematis fundatur in hoc theoremate: in machina duo pondera & duæ reciprocae distantiae aut celeritates constituunt proportionem geometricam, constantem 4. terminis. In hujus theorematis proprietate fundatur regula aurea, quæ datis tribus terminis invenit quartum proportionalem. Igitur si constat pondus movendum, & in structura nota machinæ cognita est distantia potentiae & ponderis, instituitur hæc analogia: sicut se habet distantia potentiae adhuc ignotæ ad distantiam ponderis: ita se habet pondus ad quartum numerum, qui indicat potentiam parem servando æquilibrium. Hanc invenies per regulam auream, si tertium Numerum ducas in secundum, & productum primo Numero divides; nam quotiens detegit potentiam parem æquilibrium. Ergo levi addito augmento habetur potentia sufficiens ponderi movendo. Simili analogia inquire pondus & distantiam.

EX HYDROSTATICA
DE
PRESSIONE, ET ÆQUILIBRIO FLUIDORUM.

XXXIV.

Quemadmodum de solidis duæ sunt affines scientiæ, *Geostatica*, quæ de æquilibrium solidorum, & *Mechanica*, quæ de eorum motu ope machinarum efficiendo tractat, de quibus adhuc actum: ita etiam de fluidis duæ sunt, *Hydrostatica* de pressione & æquilibrium, atque *Hydraulica* de motu fluidorum. Primum hoc loco, posterius exinde contemplabimur. Unum isthic, priusquam rem à principio ordiamur, nota, corpora fluida ut alibi diximus ea esse, quorum partes facile à se mutuo separantur, & sibi relicta sponte diffluunt, ut sunt aër, aqua, & omnes liquores. Facilis partium à se mutuo separabilitas in fluidis provenit ex eo, quod partes exiguis, & paucis superficiebus sese contingant, adeoque arcte non cohæreant. Quod autem fluida sibi relicta, & remotis obstaculis quasi sponte diffuant,

habetur ex eorum figura ad motum expedita, lævore, ac lubricitate. Porro liquida appellantur *homogenea*, quæ ejusdem, *heterogenea*, quæ sub eodem volumine diversæ densitatis & ponderis sunt.

XXXV.

De pressione liquidorum. Omnia liquida premunt in fundum vasis, à quo sustentantur. Thesin probat aperte *experientia*; nam lagena, aut vasa quæcunque aquis repleta graviora utique sentiuntur, quam si vacua forent. *Experientiæ* suffragatur *ratio*; nam omnia liquida sunt gravia, & vi gravitatis ubique & semper versus centrum terræ nituntur. Ergo premunt in id, à quo à motu deorsum impediuntur, non minus ac lapis premit in manum, à qua sustentatur. Atqui liquida à fundo vasis sustentantur, & impediuntur à motu. Ergo &c. Ob eandem rationem singulæ partes fluidi superiores premunt in ejusdem partes inferiores, quibus incumbunt: E. g. si columna aliqua aquea sex particulis seu globulis sibi incumbentibus constet, particula ima urgebitur deorsum à gravitate propria, 2da tum à propria gravitate, tum à particula ima, adeoque vi dupla, tertia tum à propria gravitate, tum à particula ima & 2da, adeoque vi tripla, & sic ulterius pergendo per reliqua. — Unde sequitur manifeste I. quod partes liquidi eo magis premantur, adeoque & ipsæ eo magis premant, quo sunt à superficie remotiores, & viciniore fundo, seu basi, II. quod partes inferiores fluidi sint magis compressæ, & densæ, quam superiores, III. denique, quod columna aliqua, quo est altior, eo sit gravior, magisque premat in subjectam basin. Hæc confirmantur *experimento*: Si tubulus longior saccum mercurio plenum inferius appensum habens aquæ immergatur, quo profundius descendit, eo altius mercurius in tubulo ascendit. — Sed quomodo liquida premunt tum in fundum, tum in se?

XXXVI.

Massa corporis fluidi premit tota in totum fundum vasis uniformis, nempe cylindrici, vel prismatici laterum rectorum. Pressionem ita fieri constat *experientia*; si enim fundum mobilem ita vasi aptas, ut possit totus intra vasis latera attolli sursum, tunc si fundum hunc sustentas, aut attollis, sentis pondus totius massæ fluidæ fundo perpendiculariter incumbens. *Experientiæ* consentit etiam *ratio*; nam totus fundus sustentat omnes columnas, & earum descensum impedit. Ergo necessario pressionem verticalem omnium columnarum simul excipit. Non tamen premit tota massa in singulas partes fundi, sed quælibet solum pars premit in partem fundi sibi directe subjectam. Constat rursus *experientia*; nam si facto in fundo vasis foramini digitum supponas, non senties nisi pondus &

& pressionem columellæ directe incumbentis. *Experientiae ratio* est; partes corporis fluidi parum inter se cohærent, ac facile sunt divisibiles, adeoque potest una earum moveri sine altera, contra scilicet, atque fit in corporibus solidis, quorum partes inter se connexæ sunt, ideoque mota una etiam altera movetur.

XXXVII.

Liquida premunt etiam in omnem partem æqualiter, id est, directe quidem deorsum, sed indirecte etiam ad latera trudent, & particulas laterales, nisi æquali vi resistent, etiam extrudent, imo, nisi æque premantur à particulis sibi incumbentibus, eas indirecte etiam sursum movent. Veritatem *Thesis* ostendit denuo quotidiana *experientia*: Navis quacunque ex parte hians aquas excipit; dolium aqua plenum quacunque ex parte pertunde, illico liquor ex hiante latere profiliet, & quidem ea celeritate ac vi, qua profilit ex foramine in eadem à superficie liquoris distantia deorsum hiante. Rursus si tubulum vitreum infra quomodocunque inflexum & utrinque apertum oppresso superius pollice perpendiculariter immergas vasi aqua impleto, dein vero remoto pollice aëri in tubo existenti exitum per superiorem aperturam concedas, illico aqua per inferius tubuli orificium irruens sursum ascendet ad eandem cum aqua exteriori altitudinem. Ex quo uno tentamine omnigena liquidorum pressio manifesta fit. Sed quænam est *ratio* experientiae, huiusque pressionis in omnem partem? *R.* Est tum gravitas, tum lubrica mobilitas particularum fluidarum, quæ, dum sunt quasi exiguæ, politæ, levissimeque cohærentes sphaerulæ, cuique pressionis facile cedunt. — *Neque dicas* contra datam de pressione liquidorum *Theoriam*: tum homines versantes in aëre, tum pisces in aqua minime sentire ejusmodi pressionem. Id namque inde partim evenit, quod pressio ab una parte proveniens ab opposita æquali destruat, partim quod corpora à fluido eodem interne sustineantur, quo externe cinguntur, partim denique, quod ob consuetudinem animalia pressionem non advertant; certe sublato æquilibrio inter fluida ab una alterave parte pressio sentietur. Id quod exemplis in doctrina de aëre satis manifestum fit.

XXXVIII.

Liquida homogenea (hoc est, quæ sunt ejusdem gravitatis specificæ, seu æqualis ponderis sub æquali volumine) fundos premunt in ratione composita basium & altitudinum: adeoque ducenda est basis in altitudinem, & factum ex utraque dat quantitatem pressionis, e. g. sit altitudo 12. amplitudo 4. digitorum, erit pressio in fundum = 48. *Thesis* hujus universalis sic explicatæ veritas ostenditur jam in particulari in tribus vasis
ejus.

ejusdem altitudinis, nimirum cylindrico uno, altero convergente, divergente tertio. Sit igitur vas uniforme (cujus sectiones fundo parallelæ Figura sunt similes, & circumferentia æquales) e. g. cylindricum perpendiculariter erectum, impletum aqua; ajo, fundum premi in ratione composita altitudinis aquæ & fundi. *Ratio* est: fundus vasis premitur ab illa massa liquidi, quæ ipsi directe incumbit, quamque sustentat. Atqui si vas est uniforme, & perpendiculariter erectum, tunc tota massa liquidi fundo directe incumbit, atque à fundo sustentatur. Ergo fundus vasis uniformis premitur à tota massa liquidi vase contenti. Atqui massa liquidi est in ratione composita basis & altitudinis, ut ex geometria supponitur. Ergo vera est Thesis. Ex qua sequitur I. quod si duorum vasorum uniformium fundi fuerint æquales, uti & altitudines liquorum homogeneorum, pressiones in fundum utriusque sunt æquales. II. Si fundi fuerint æquales, pressiones in fundum sunt inter se, ut altitudines. III. Si altitudes fuerint æquales fundi autem inæquales, pressiones sunt directe ut bases. IV. Denique si & altitudines & bases reciprocant, pressiones in fundum æquales sunt.

XXXIX.

Si basis alicujus vasis est minor, quam pars superior, e. g. si vas est conicum supra divergens; ajo, fundum premi in ratione composita basis & altitudinis, adeoque basin tantum præcise premi, ac si esset vas cylindricum æqualis basis, nempe tantum ab aqua perpendiculariter incumbente. *Ratio* fundatur in Thesi præcedente; nam fundus premitur ab illa tantum fluidi parte: quam sustentat, & impedit à descensu. Atqui fundus vasis divergentis tantum immediate sustentat, atque à descensu impedit columnas ipsi directe incumbentes; columnæ enim inclinatis lateribus vasis incumbentes, pressionem directam exonerant in hæc ipsa latera, à quibus sustentantur: pressio autem earum indirecta, seu lateralis eliditur à columna, quæ fundo respondet. Ergo pressio liquidi in fundum vasis divergentis præcise est in ratione composita basis & altitudinis.

XL.

Dices contra præcedentem Thesin: si sustento fundum ejusmodi vasis divergentis aqua impleti, sentio pondus totius massæ, adeoque etiam aquarum lateralium, non solum columnarum fundo directe insistentium. Ergo tota massa premit in fundum; consequenter pressio est in ratione massæ. R. D. A. Si vas est instructum fundo immobili, & connexo cum lateribus, C. si est instructum fundo mobili, & non connexo, N. A. si fundus est connexus cum lateribus, tunc sustinens fundum etiam sustinet latera, consequenter etiam pondus columnarum, tum in latera,
tum

tum in fundum prementium; nam licet columnæ laterales pressionem suam non propagent usque ad basin seu superficiem interiorem fundi, tamen propagant per ipsa latera in ipsum fundum & caput portantis; adeoque mirum non est, quod sentiat pondus & pressionem omnium columnarum seu totius massæ. Contra si fundus cum lateribus non est connexus, sed moveri potest, quin moveantur latera, tunc sustentans fundum solummodo directe sustentat partem liquidi fundo directe insistentis, consequenter hujus præcise pondus & pressionem sentit.

XLI.

Si basis alicujus vasis est amplior, quam superior pars e. g. si vas est conicum supra convergens, vel si vasi implantatus est cylindrus (ut fit in syphone anatomico Wolfii, & experimento Mariotti) & infundatur aqua; ajo rursus, fundum premi in ratione composita basis & altitudinis, adeoque basin tanta vi premi, ac si esset vas cylindricum ad eandem altitudinem aqua repletum. Thesis hæc, quamvis paradoxa videatur, est tamen præcipuum hydrostaticæ caput, & constat certissimo *experimento*: Nempe si tale vas sit fundo mobili instructum, qui per funem elevari potest, & aqua repletum, tanta vis requiritur ad sustentandum, vel elevandum fundum, ac si esset vas cylindricum; id quod ex eo patet, quia, si funem brachio libere appendas, ad fundum cum aqua attollendum, tantundem in lance altera ponere debes, quantum requiritur ad cylindrum aqueum æqualis altitudinis attollendum. Experimento consentit *ratio à priori*; nam aqua inferior columnæ mediæ vasis supra convergentis habet pressionem respondentem altitudini; hæc pressio respondens altitudini communicatur particulis lateralibus in eodem intentionis gradu; quia vis pressiva fluidorum continuo se quaquaversum ex-erit, usque dum efficiat pressionem ubique æqualem: consequenter columnæ laterales & breviores tanta vi premunt in fundum, cui insistent, quanta vi premit columna media altissima in partem fundi. Ergo fundus in vase convergente tanta vi premitur, quanta premeretur, si vas esset cylindricum ad eandem altitudinem repletum aqua.

XLII.

Dices contra hanc Thesis: si vis pressiva in fundum vasis convergentis esset in ratione composita altitudinis & basis, tunc si sustinerem fundum vasis convergentis aqua repleti, sentirem tantam vim pressivam, quantam sustinerem à fundo vasis uniformis ejusdem basis & altitudinis. Atqui hoc certe falsum est, & contra experientiam. R. D. Maj. Sentirem tantam pressionem, si fundus vasis sit mobilis, seu cum lateribus vasis non firmiter conjunctus G. si sit immobilis & conjunctus N. Cur

sentiam tantam pressionem a fundo mobili, non item ab immobili, *ratio à priori* mihi videtur esse hæc: Columnæ laterales ac breviores pressæ à columna media, æquali vi premunt in omnem partem, sursum & deorsum, ut ostenditur in machina Cl. MARIOTTI, in qua operculum eodem modo premitur sursum, quo fundus deorsum. Si igitur fundus connexus est cum lateribus convergentibus, is tanta vi ob connexionem urgetur sursum, quanta per pressionem indirectam columnæ mediæ in laterales urgetur deorsum. Cum igitur pressionες æquales sibi oppositæ sese mutuo elidunt, pressio deorsum indirecta in fundum vasis conjunctum cum lateribus æquali vi sursum pressis, sentiri non potest ab eo, qui ejusmodi fundum sustentat. Ergo præcise sentitur pressio deorsum directæ columnarum fundo insistentium; hæc enim sola à pressione contraria non eliditur. Analogiam habes in actione elasticitatis, qua e. g. chalybs vel aër in vase aliquo compressus validissime comprimit fundum, & latera vasis, quin pondus in fundum exoneret. Quid enim? si in capite portas vas plenum aëre condensato, an actio elastica se ex-erit in caput? Utique non, hæc enim à vase eliditur. At si fundus est mobilis, seu non firmiter conjunctus cum lateribus, fundus solummodo urgetur, & quidem ea vi, qua premuntur, & premunt columnæ fundo insistentes; hæc autem premuntur & premunt pro ratione basis & altitudinis. Ergo & fundus.

XLIII.

Ex data theoria fuit veritas sane mirabilis, posse unam libram aquæ tanta vi premere in fundum, quanta premunt in fundum 100. libræ, adeoque posse unam libram liquidi ex bilance suspensam consistere in æquilibrio cum 100. libris ex brachio altero suspensis. Paradoxa rursus hæc Thesis videri posset: certam tamen esse ostendit Museum nostrum *experimento* in duobus vasis cylindricis: vas unum ad certam altitudinem D E impletum aqua, cujus pondus est 100. librarum, appensum brachio A alicujus bilancis: vas alterum priori prorsus æquale, est suspensum ex brachio B, in quod ex pertica in muro firmata immobiliter dependeat cylindrus solidus, ita, ut nec fundum, nec latera vasis tangat; infundatur inter latera vasis & cylindri ad æqualem altitudinem D E aqua unius libræ, & dabitur æquilibrio. Mirabili *experimento* consentit *ratio*; licet enim in vase A sit copia aquæ centuplo major, quam in vase B, quia tamen altitudo liquidi, & amplitudo basis seu fundi in utroque est æqualis, æqualis quoque est pressio in fundum: adeoque isti duo fundi habent se instar duarum lancium libræ æqualibus ponderibus oneratarum. Quod si per affusam in alterutro aquam altitudo in uno evaserit major, mox tollitur æquilibrio; quia sic tollitur pressio in fundum utrinque æqualis.

XLIV.

Sit vas uniforme ad horizontem inclinatum, & aqua repletum; ajo, fundum premi in ratione composita altitudinis perpendicularis & basis, adeoque premi tantum, quantum premitur fundus vasis perpendiculariter erecti, & ad eandem altitudinem repleti, licet in illo plus sit liquidi, quam in hoc; tanta quippe est pressio in fundum, quantus est nisus liquidi, fundo incumbentis atque à fundo sustentati, ad descensum. Atqui nisus iste descendendi in dato casu est ut altitudo perpendicularis habita ratione basis. Ergo &c. *P. min.* Massa fluidi vase inclinato contenti incumbit lateri, velut plano inclinato. Atqui nisus corporis ad descensum super planum inclinatum est ut altitudo plani perpendicularis (ut alibi dictum de planis inclinatis) ergo nisus descendentis liquoris in dato casu, consequenter pressio in fundum nisum hunc sustentem, est ut altitudo perpendicularis habita simul ratione basis, seu est in ratione composita altitudinis & basis.

XLV.

Liquida heterogenea (hoc est, quæ sunt diversæ gravitatis specificæ, seu diversi ponderis sub æquali volumine) premunt fundos inæqualiter, nimirum in ratione composita basium, altitudinum, & gravitatum specificarum: adeoque ut sciatur quantitas pressionis, ducenda est basis in altitudinem, & factum multiplicandum est per ipsam gravitatem specificam. Thesis constat *experientia*, & *experientiæ* consentit *ratio* manifesta; nam liquida ceteris paribus in fundum premunt in ratione directâ massarum; massa seu pondus in heterogeneis est in ratione composita voluminum, & gravitatum specificarum; volumina autem sunt in ratione composita basis & altitudinis. Ergo vera est Thesis. — Hæc de pressione fluidorum: jam de eorum æquilibrio agendum.

XLVI.

De æquilibrio fluidorum cum fluidis. Omnia liquida homogenea eodem vase contenta, sibi que relicta ultro se componunt ad libellam, hoc est, non quiescunt, donec omnes partes superficiæ supremæ sint in eadem linea horizontali, à centro terræ æqualiter distantes. *Ratio* est; quia liquida homogenea, utpote gravia, atque vi suæ fluiditatis & exiguæ cohærentiæ facile mobilia, non possunt quiescere & prohiberi à difflusu in omnem partem, donec æqualem suæ pressioni resistantiam ex omni parte patiantur. Atqui hanc non patiantur, donec omnes partes superficiæ supremæ sint in eadem linea horizontali, atque à centro terræ æqualiter distent; nam ante non omnes columnæ sunt æque graves, & æqualiter prementes, eoquod ante non sunt ejusdem altitudinis. — Ex hac Thesi

) o (

sequitur alia, nempe quod liquida, eodem vase contenta sibi que relicta, sese ultro componant etiam ad æquilibrium; nam componere se ad æquilibrium, est ponere se in eo statu, in quo datur ex omni parte æqualis pressio & resistentia, nisus ac renisus, & quæ inde sequitur, quies omnium partium. Atqui dum liquida sese componunt ad libellam, hoc est, dum tamdiu non quiescunt, donec omnes partes superficiei supremæ sint in eadem à centro terræ distantia, adeoque omnes columnæ sint æque altæ, ponunt se in eo statu, in quo datur æqualis ex omni parte pressio ac renisus. Ergo &c.

XLVII.

Ex hoc fluidorum æquilibrium colligis, quod liquida omnia superficiem convexam & sphericam forment; alias enim non omnes superficiei supremæ partes à centro gravium, ad quod tendunt, æqualiter distarent. Atque hæc convexitas satis ad oculum patet ex apparentia navium in mari. Si in litore maris consistens vides navim eminus adventantem, apparebit primo fastigium mali, tum partes inferiores, & tandem ipsa navis. Atqui ratio hujus apparentiæ non est alia, quam convexa superficies maris, per quam navis paulatim ascendit; si enim superficies esset plana, omnes navis partes simul conspici deberent, & quidem in spatio etiam remotissimo, saltem per instrumenta Dioptrica. Porro quod liquidum est propinquius centro terræ, eo magis convexa est superficies; quia peripheria vicinior centro est magis curva. Hinc capitur ratio paradoxæ, cur vas plus liquoris capiat intra, quam extra cellam.

XLVIII.

Si habes duo vasa, vel tubos inter se communicantes, & tubo A infundas liquorem, mox transibit in tubum B. Res in comperto est, & ratio transfusionis est tum gravitas, tum lubrica mobilitas particularum, quæ directe quidem deorsum gravidant, sed indirecta etiam actione nituntur ad latera, & sursum particulas alias subjectas trudent, easque, quamdiu minus resistunt, etiam extrudunt, moventque sursum. — Si tubi communicantes donentur æquali perimetro, liquor ex uno tubo in alterum dicto modo effusus in eo ascendet, usque dum æqualem utrinque altitudinem obtineat. Experimentiæ ratio facilis est; nam liquor in tubo B tamdiu elevatur, usque dum æquali vi resistat liquori in tubo A. Atqui hæc æqualis resistentia fit, quando utrinque eadem est altitudo; tunc enim pondera sunt æqualia, adeoque eorum pressio æqualis, & æquilibrium. Ergo ad eandem altitudinem in tubo B elevari liquor debet. Observatur tamen ante quietum æquilibrium alterna quædam fluctuatio in utroque tubo. Ratio hujus est; quia liquor in tubum A infusus motu quo-

quodammodo accelerato descendens, liquorem in tubo B aliquantum ultra libellam elevat, qui cum gravitate sua iterum descendens, liquorem A vicissim elevat. Unde sequitur aliqua quasi oscillatio paulatim desinens in quietum æquilibrium. Sed quid, si perimetri sint inæquales?

XLIX.

In tubis communicantibus inæqualis perimetri liquorem ex tubo A in tubum B effusum etiam ad eandem altitudinem ascendere, docet *experientia*, quam certa, tam mirabilis. Sed quænam æqualis elevationis *ratio*? Variam varii dant; optima & expedita videtur esse hæc; quia, dum eadem est altitudo columnarum, sive æqualium, sive inæqualium, liquores consistunt in æquilibrio, ad quod se ultro componunt, sic enim discuro: quando pressiones infimarum particularum in limite utriusque liquoris, seu in infima (ut loquuntur) tuborum sectione sunt æquales, tunc liquores homogenei in duobus tubis communicantibus, quamcunque figuram, amplitudinem ac situm habentibus, debent consistere in æquilibrio. Atqui si eadem est altitudo liquoris, pressiones infimarum particularum in limite, ubi liquida concurrunt, utrinque sunt æquales. Ergo &c. *Maj.* patet, nam componere sed ad æquilibrium juxta dicta est ponere se in eo statu, in quo ex omni parte datur æqualis pressio, nisus ac renisus. *Min.* autem ostenditur: liquidorum homogenorum pressio in basin vasorum quorumcunque semper est in ratione composita basium & altitudinum (ut supra ostensum). Atqui cum pressio liquidorum in omnem partem sit æqualis, sectio verticalis infima considerari potest ut basis & paries quidam tenuis pressioni utrique communis: Ergo quando eadem insuper est liquidorum homogenorum altitudo perpendicularis, necessario pressio in limite utriusque liquoris est eadem. Ergo &c.

L.

Ex hac Thesi patet I. cur aqua in fontibus ac puteis nunquam sit altior, quam sit ipsa scaturigo, ex qua per canales meatusque subterraneos varie inflexos aqua confluit in puteum. Hinc si agitur de fonte deducendo, videndum prius, an locus, ad quem aqua derivanda, depressior sit, an altior ipso capite fontis; si enim sit altior, frustra deducetur. II. Cur puteo exhausto illico succedat æqualis copia aquæ, quæ puteum ad priorem altitudinem explet, non successura, nisi aliqua fuisset extracta. III. Cur in puteis aqua modo sit altior, ut sit post diuturnas pluvias aut solutas nives, modo depressior, e. g. post longam siccitatem; quia nimirum in ipsa scaturigine modo major, modo minor aquæ copia suppetit. Cum igitur puteus & scaturigo habent se ut vasa communicantia, & in vasis communicantibus liquida homogenea se componant ad libellam

& æquilibrium, aucta vel imminuta altitudine liquoris in scaturigine, necesse est, eam etiam augeri vel decrescere in puteo. — Ex dictis etiam eruitur utilitas practica & modus, quo deprehendi exacte possit, quantum vini superet in magno dolio, unde diutius jam haustum: nempe aperto epistomio tubus jungatur perpendiculariter erectus, & altitudo perpendicularis, quam vinum in tubum transiens ibidem obtinebit, vini altitudinem in dolio quæsitam monstrabit.

L I.

In tubis communicantibus, in quibus liquor ad eandem utrinque altitudinem elevatus sustentatur, rem philosophica attentione dignam *experientia* docet: Si tubo angustiori affundatur nova portio, etiam liquor tubi majoris ascendet, usque dum eandem altitudinem obtineat, & sic æquilibrium servet. Quærit philosophus, an hoc casu in tubo ampliori columna tantum media, vel tota simul massa elevetur & subsidat? *R.* Est lis inter Auctores: Ego existimo, totam simul massam in eodem instanti sensibili elevari; nam si tantum media elevaretur, & supra diffunderet, tunc etiam pulvisculi tenuissimi demissi in aquam tubi amplioris deberent à medio diffluere ad latera; item si in angustiore tubum infundatur aqua colorata, hæc in tubum ampliorem transiens deberet ascendere recta, & superius diffundi. Atqui utrumque repugnat experientiæ; nam pulvisculi non diffluunt, aqua autem colorata inferius statim diffluit.

L II.

Dicta elevatio in tubo ampliore fit equidem *simul* in eodem instanti, re ipsa autem fit *successive*, ita, ut una columna post alteram per *instantia insensibilia* intra unum instans sensibile elevetur. Res ita contingere videtur: columna aquea tubulo angustiore per affusum liquorem altitudine aucta, adeoque viribus prævalens, immediate ac insensibiliter attollit solam columnam aqueam in tubulo ampliore sibi directe respondentem. Hæc pariter jam paulo altior effecta fortius urget deorsum, quam laterales illam ambientes & contiguæ: igitur mox attollit columnas sibi immediate contiguas, hæc rursus alias sibi proximas & sic ulterius. Atque hac ratione successive attollitur tota massa liquidi tubo ampliore contenta. — *Hinc si dicas*, totam massam tubo ampliori contentam simul & semel attolli, tunc *D. A.* attollitur simul & semel physice, seu ita, ut sensu aliquo successiva elevatio singularum columnarum adverti nequeat *C.* attollitur simul & semel mathematicè, à parte rei ac in se, *N. A.* & *C.* ob celeritatem, qua sibi succedunt elevationes singularum columnarum, non licet sensibus successionem hanc discernere. Analogiam offert accensio pulveris pyrii; nam ingens pulveris pyrii acervus admota par

va scintilla videtur fere momento totus in flammam abire, licet unum granulum accendat aliud sibi vicinum, adeoque accensio revera fiat successive.

LIII.

Liquor tubi erecti æquilibrium servat cum liquore tubi inclinati, quando æqualis fit utrinque altitudo. E. g. sit in tubo erecto cylindrus aqueus ut 5. in inclinato ut 6. & altitudo pariter ut 5. ajo, dari utrinque æquilibrium. *Ratio* est hæc: in tubo inclinato per resistantiam plani impeditur gravitas liquoris, & sic impedita vocatur *gravitas respectiva*, estque ad absolutam non impeditam, ut altitudo ad longitudinem, ideoque in posito casu ut 5. ad 6. (juxta alibi dicta de planis inclinatis) Ergo infimæ particulæ in tubis, inclinato nimirum & erecto, premuntur eadem vi. Ergo servant æquilibrium.

LIV.

Liquores heterogenei in tubis communicantibus cujuscunque Figuræ, perimetri ac situs, in æquilibrio consistunt, quando altitudines eorundem fuerint reciprocæ, ut gravitates specificæ. Res exemplo magis perspicua fit. Notum est, gravitatem mercurii ad gravitatem aquæ esse ut, 14: 1. ajo igitur, eum cum hac æquilibrium servare, si hæc decies quater majorem altitudinem obtinuerit. *Ratio* est: si altitudines sunt reciproce, ut gravitates specificæ, tunc in specifice leviori defectus ponderis seu gravitatis specificæ compensatur per majorem altitudinem, ut ita detur æqualis gravitatio perpendicularis. Ergo pressiones particularum infimarum sunt æquales. Modum ergo suppeditat hæc Thesis duorum liquidorum heterogeneorum gravitatem specificam seu densitatem inveniendi; notare nempe oportet in tubis communicantibus altitudines eorum, indeque inferre licebit, his altitudinibus gravitates specificas reciprocas esse.

LV.

De tubulis capillaribus. Inter leges hydrostaticas tubuli capillares (sic dicti, quia diametrum habent valde angustam, & capilli crassitiem vix superantem) locum non habent; nam liquida homogenea pleraque in tubulis istis ascendunt ultra libellam, ad quam sese fluidi superficies componit. Ecce ultra ascendunt? antequam ad rationem vocetur, ea, quæ à diversis experimentatoribus observata fuere, per distinctas classes adferre juvat. Observationes factæ circa eundem tubulum sunt I. infima tubuli ora in liquorem immissa, hic attollitur ultra libellam. Sed ad quantam altitudinem? Apud MUSCHENBROEKIUM in tubulo $3\frac{1}{2}$ poll. longo, cujus interna diameter $\frac{1}{36}$ poll. æquabat, aqua ad altitudinem 20. lin. supra libellam elevata est, motu tamen successive tardiore. II. Tubulus ex aqua in aërem extractus aquam haustam immobilem retinet. III. Liquor altius non assurgit ultra libellam, etiamsi profundius demer-

demergas. Et si adeo profunde immergas, ut tubuli pars exstans extra aquam non æquet 20. lin. aqua quidem attolletur ad suprema labia, at nihil effluet. IV. In fistulam superne clausam fluidum, cui apertum orificium immergitur, non assurgit: simul tamen, atque obturamentum removeris, assurget. V. Eadem est liquoris altitudo, siue tubulus sit rectus, siue inclinatus, aut varie inflexus. Si tamen tubulum in quem verticaliter positum liquor ad 20. lineas ascendit, ponas in situ horizontali, liquor versus tubi medium motus subsistet. VI. Si parietes interni fistulæ sebo obturantur, aqua supra libellam non assurgit. VII. Aquæ gutta per externam tubuli extra aquam suspensi superficiem deflua, dum ad imam usque oram devenerit, non delabitur, sed in canaliculi orificium subit, minime ingressura tubum sebo illitum.

LVI.

Observationes factæ circa tubulos inæqualis diametri sunt I. in tubulis angustioribus aqua celerius ascendit, tardius in amplioribus. II. Et quidem ad altitudinem eam majorem, quo minor est diameter, adeoque in ratione inversa diametrorum. E. g. si diameter unius sit duplo minor diametro alterius tubuli, in angustiore duplo altius attolletur. III. Minor tamen est aquæ quantitas in tubulis angustioribus, quam amplioribus; nempe sunt quantitates aquæ elevatæ, ut diametri basium inter se, e. g. diameter in tubo A sit ut 1. in tubo B ut 2. altitudo aquæ in tubo A sit ut 18. in tubo B ut 9. jam cum bases sint in ratione duplicata diametrorum, basis tubi A erit ut 1. basis tubi B ut 4. si altitudines ambæ per bases suas multiplicentur, in tubo A quantitas aquæ elevatæ erit ut 18. in tubo B ut 36. jam vero 18: 36. est ut 1: 2. unde patet, in tubulis amplioribus plus aquæ suspendi, licet ad minorem altitudinem elevetur.

LVII.

Observationes factæ circa varios liquores sunt I. supra libellam ascendant omnes liquores præter Mercurium, qui infra libellam hæret, tanto quidem profundius, quanto angustior tubi canalis fuerit. Idem fieri cum stanno & plumbo liquato Nolletus comperit. Ascendit tamen & Mercurius, si interni tubi parietes sebo obducantur. II. Altitudo ascensus diversorum liquorum diversa, & inæqualis est; non tamen in ratione inversa gravitatum. — Sed quid in vacuo Boyleano observatur? Fluida in vacuo Boyleano intra angustos ejusmodi canales sese extollunt perinde, atque in libero aëre. Quid? quod CARREUS testetur, una linea altius aquam fuisse elevatam. — Intellectis observationibus quæris causam horum phænomenorum? Abstrusi naturæ arcani causam physicam assignare, satis difficile est. Nihilominus

LVIII.

LVIII.

Indubitatum est, aliquam rationem ascensus ultra libellam esse viscosam cohæſionem, qua particulæ liquidæ tum inter se, tum etiam cum vitro cohærent, prout Figura partium vitri poris congruit. Thesis veritatem dilucide commonſtrat experimentum CARREI; aqua enim nequaquam aſſurgit, ſi interni tubuli parietes illinantur ſebo, quod impedit cohæſionem, implendo cavitates, in quas particulæ aquææ alias intruderentur. Ergo cohæſio ſebo non impedita eſt aliqua ratio aſcensus. Dico: eſt aliqua ratio; nam viſcoſitas utique non eſt vis elevans, ſed tantum occasio & conditio, qua data aliqua vis aquam elevat. Quænam autem eſt illa vis? *Attrahens*, an *trudens*? Vim attrahentem aſſerunt Newtoniani, & memorata phænomena exponunt tali modo. I. Liquida, ajunt, ideo ſupra libellam aſcendunt, quia vitrum vi majori fluidorum partes attrahit, quam iſta à ſe mutuo attrahantur. II. In altiores tubos altior etiam fluidorum columna ingreditur, quia vis trahens in vitro tanto major eſt, quanto plures hoc partes complectitur. III. Altitudo aſcensus diverſorum liquorum eſt inæqualis, non tamen in ratione inverſa gravitatum ſpecificarum, adeoque aqua altius aſcendit, quam ſpiritus vini, quia vis trahens vitri magis in illum, quam hunc liquorem agit, ſicut magnes fortius ferrum, quam aliud corpus attrahit. IV. Unde Mercurius infra libellam hæret, quia à vitro non attrahitur, ſed repellitur. Quod ſi vero vitri ſuperficies ſebo obducatur, vis ſebi Mercurium attrahit. V. Liquores altius aſcendunt in tubulis anguſtioribus; quia omnes liquoris partes vitre attrahenti ſunt propiores. En! mirabilem energiam attractionis Newtonianæ. Verum

LIX.

Aſcensus liquorum in tubulis non poteſt attribui vi attractivæ majori in vitro; nam I. hæc vis attractiva eſt terminus inanis ſine ullo conceptu, jure à Nolleto aliisque ad qualitatatum occultarum tenebras amandata. II. Cur quæſo ſebum impedit vim tractivam in aqua, aliisque liquoribus, in Mercurio non item? Aſſignent Newtoniani rationem phyſicam, fluidorum aſcensus ſit in ratione inverſa gravitatum ſpecificarum? Cur eædem particulæ ejusdem vitri varia liquida tam diverſis viribus attrahant? Porro an vis tractiva major eſt in tubulis anguſtioribus, an in amplioribus? Si *adum*, cur minor eſt in his altitudo? Si *inim*, cur major eſt in his aquæ portio?

LX.

His bene perpenſis *vis attrahens* Newtoniana non poteſt eſſe cauſa elevans liquorem ſupra libellam in tubulis capillaribus: Sed probabilius eſt

est vis pressiva fluidi. Sed cujus, aëris, an ætheris? *n.* Equidem vis pressiva aëris non est; nam dicere, quod aër intra tubulum incumbens liquori minus possit agere, eoquod cavitas & diameter tubuli sit valde exigua, adeoque prævaleat pressio externi, plane non sufficit; nam in vacuo aër & fluido in fistulam se infundenti, & circumfusus columnis incumbens sublatus est: Et tamen ascensus liquoris ultra libellam æque, imo major consequitur, quam in aëre libero. Præterea aër in Mercurium Barometro suspensum, ubi fistula rimam exilissimam agit, vim suam eo pacto exerit, ut eundem deprimat. Pari ergo ratione per diametrum tubuli exiguum licet, non impeditur aër, quo minus cavitatem tubi capillaris subiens in liquorem pressum exerceat, illumque deprimat.

LXI.

Igitur dicendum, quod pressus substantiæ gravificæ, quem in fluidum stagnans exercet, posita particularum minimarum ad cavam tubuli superficiem adhæsione efficiat, ut supra libellam assurgat liquor, ut adeo duplex ascensus sit ratio, *viscositas* & *vis pressiva materiæ gravificæ*: illa est *ocasio*, hæc *causa*, quæ data illa occasione suum diverse pressum exerat, quem pressum ita explico: aqua tubulo circumfusa à materia subtili gravifica continuo premitur: quamprimum igitur aquæ superficiem tubulus tangit, in prima labia tubuli intruditur tenuis guttula, interiorique vitri superficiei, seu lateribus scabris adhærens, ab his ita sustentatur, ut nihil sui ponderis in columellam subjectam aquæ exerat. Ergo hæc columella subjecta ab incumbente minori vi premitur, quam reliquæ laterales. Ergo ab his sursum truditur: Atque ita novæ continuo guttulæ intruduntur in tubulum, quæ pondus suum statim in latera vitri exonerant, idque tamdiu, donec columna aquæ tubulo contentæ per excessum altitudinis æquilibrium cum columnis lateralibus constituat.

LXII.

Hinc jam ratio datur dictorum phænomenorum. En quorundam brevem selectum! I. aqua ascendit in tubulum, licet is non profunde immergatur in aquam, sed hujus duntaxat superficiem tangat: & quidem ascendit motu retardato; quia semper magis crescit gravitas columnæ elevandæ. II. Minima aquæ portio tubulum ingressa ab alia succedente supra libellam attollitur; quia illius pondus à lateribus vitri magnam partem sustentatum imminuitur. III. Tubulus è stagnante fluido extractus columnam intus elevatam in libero aëre retinet; quia exiguum illius pondus tot punctis suffultum vincere cohesionem nequit. Quod si tubulus profunde in aquam immersus ex ista extrahatur, aqua guttatim effluet, donec hæreat ferme ad altitudinem 20. linearum; quia viscositas aquæ

aquæ & scabrities vitri non potest majus pondus sustinere. IV. In tubulis angustioribus aqua altius ascendit; quia comparatis inter se fluidorum suspensorum quantitibus guttula minor minori tubo recepta habet superficiem respective majorem & plura puncta contactus, quam guttula major in ampliori recepta. V. Hinc etiam redditur ratio, cur liquores non ascendant in ratione specificæ gravitatis; nam cur liquor specificè levior non altius elevetur, potest provenire ex minore cohæsione partium inter se & cum vitro. VI. Si internæ tubi cavitates sebo allinantur, aqua non ascendit ultra libellam; quia sebum fluidorum cohæsionem impedit, implendo vitri cavitates, in quas particulæ aqueæ alias intruderentur. VII. Mercurius non ascendit ultra libellam; quia, licet particulæ Mercurii firmiter inter se cohæreant, vix tamen adhærent vitro, id quod experientia certum est; gutta enim mercurii vitro imposita non diffluet in eo, ut gutta aquæ, sed ut globus discurret: Ascendit autem ultra libellam in tubo sebo obducto; quia sebo particulæ ipsius sunt magis proportionatæ. Sed quare mercurius ne quidem ascendit ad libellam in tubis non obductis sebo? Quia cum tubi lateribus non cohærens, columna sua interna validius deorsum nititur, quam externa communicans, & à contiguis cohærentibus sustentata resistit.

LXIII.

Ut tuborum capillarium Theoria recondita, usus tamen sunt passim obvii. Sic aqua vel oleum ascendit in gossipio, papyro, saccharo, pane, spongia &c. Nempe hæc corpora habent poros continuos, haud absimiles tubulis capillaribus: Ergo ex iisdem rationibus in his, sicut in tubulis capillaribus liquor elevatur. His stando principiis facile etiam deducitur, quomodo succus, quo incrementum & nutritio plantarum perficitur, elevetur ad summos foliorum apices, quamvis in his maxime concurrat pressio aëris. Imo ascensum vaporum in atmosphæram hac è doctrina explanare satagit Cl. NOLLETUS, dum massam aëris telluri circumfusam tanquam ingentem spongiam spectat, quæ in poros suos ceu tubos capillares recipiat omnes vapores, halitusque terrestres. — Actum adhuc de æquilibrio fluidorum cum fluidis: Jam

LXIV.

De æquilibrio fluidorum cum solidis. Pars altera Hydrostaticæ fluidorum cum solidis æquilibrium speculatur. Triplex autem cum primis hic sese conditio spectandam offert; vel enim fluidum, cui immergitur corpus quoddam solidum, est in specie æque grave, ac solidum immersum, vel gravius, vel levius. De singulis ordine acturi sumus. — Corpus solidum fluido ejusdè gravitatis specificæ impositum, ut consistat in æquilibrio, debet

totum immergi. Concipe fluidum in vase existens, divisum in plures columnas æquales illi, cui impositum est corpus solidum. Quamdiu corpus solidum supra liquidi superficiem existit, tamdiu columna illa, quæ partim ex solido, partim ex subiecto liquore composita intelligitur, gravior est, altiorque columnis lateralibus. Ergo viribus prævalentibus tamdiu descendet, & columnas laterales breviores levioresque attollet, donec eidem æqualiter ex omni parte resistatur. Atqui hæc æqualis resistentia fit, quando totum corpus fuerit immersum. Ergo &c. Quodsi dein ejusmodi solidum digito profundius immergas, hærebit sine motu, quocunque illud loco posueris; quemadmodum quiesceret pars liquidi, cujus locum occupat. Ratio est; quia columna illa fluidi, in qua existit ejusmodi corpus solidum, semper habet eandem gravitatem ac altitudinem cum reliquis columnis, adeoque & æquilibrium.

LXV.

De æquilibrio fluidorum cum solidis specificè levioribus. Corpus solidum, e. g. lignum unius libræ, impositum fluido specificè graviori, ut consistat in æquilibrio, eousque mergitur, & aquam extrudit, donec volumen liquidi extrusi quoad pondus æquetur ponderi ipsius solidi, ut in posito casu pondus unius libræ. Ratio est; quando solidum imponitur fluido, tunc aqua inferior, subiecta solido, validius premittur, quam aquæ laterales. Ergo aqua subiecta ad latera extruditur, donec æqualis sit pressio. Atqui hoc fit, quando volumen liquidi extrusi quoad pondus æquetur ponderi ipsius solidi. Ergo &c. *Min.* patet; nam sic aqua inferior eodem modo premittitur, acsi adesset fluidum. — Hinc confectarium est, quod corpus specificè levius fluido non mergatur totum. Ratio est: si tale corpus mergeretur totum, deberet æquale sibi liquidi volumen extrudere: sed hoc non potest, utpote levius. Ergo &c. quousque ergo mergitur? si liquidum est duplo gravius, tunc solidum quoad dimidiam partem immergitur: & si triplo est gravius, tantum tertia pars immergitur. Valet nempe hæc analogia: sicut se habet gravitas specifica liquidi ad gravitatem specificam solidi: Ita se habet corpus solidum ad partem sui immersam. Unde si observes immersionem solidi, per regulam auream scire poteris, quanto major sit gravitas specifica liquidi; sicut enim se habet totum solidum ad partem sui immersam, ita se habet gravitas specifica liquidi ad gravitatem specificam solidi.

LXVI.

Inter corpora solida, imposita liquido graviori, eo minus profunde immergitur illud, quod fuerit specificè levius altero; quo enim in specie levius est corpus solidum, eo minus erit volumen extrudendum: quo minus volumen extrudendum, eo minor erit immersio solidi. Unde si eidem

eidem liquido e. g. aquæ imponas cubum subersum, quercinum, & cereum; ille minus, iste magis, hic denique fere totus immergitur. Pariter idem corpus solidum, impositum liquidis specificè gravioribus, eo minus immergitur, quo in specie gravius fuerit liquidum; sic idem lignum minus immergitur in mercurio, quam in aqua salsa, minus in aqua salsa, quam in pura, minus in ista, quam in spiritu vini, aut oleo olivarum. Atque hinc intelligimus, cur navis ex mari, vel etiam fluvio imprægnato particulis mineralibus aqua gravioribus transiens in fluvium vehementem particulas leviores, profundius mergatur. Hanc gravitatis specificæ differentiam etiam natantes observant; facilius namque sustinentur in mari, quam in alia aqua specificè leviori.

LXVII.

Ex hac Theoria natum est instrumentum vetustissimum ad explorandam gravitatem specificam liquoris cujusvis serviens. Constat tubulo vitreo in gradus distincto, infra desinente in globum vitreum oneratum mercurio vel plumbi granulis, ita tamen, ut complexum non sit specificè gravius aqua, & instrumentum in liquido verticaliter erectum consistat, moderante scilicet gravitate plumbi. Jam quo major hujus tubuli pars infra liquidi superficiem descenderit (id quod signati in collo gradus indicant), eo minor erit gravitas specifica liquidi. — Hoc instrumentum maximi certe *usus* est; hujus enim adminiculo poteris explorare integritatem vini, bonitatem cerevisiæ, aquæ gravitatem, falsedinem, aliaque ad praxin medicam perquam proficua, e. g. si tibi constet, in vino perspectæ probitatis mergi e. g. ad 4tum gradum, in vino autem tibi suspecto minus profunde mergatur, ad 3tium vel 2dum gradum tantum, certo indicio inferre potes, vinum hoc esse mixtum aqua specificè graviore. — Poterit simili instrumento metallorum, gemmarumque sinceritas explorari. Aurum probum filo serico appende ad aërometrum, atque adverte, quot gradibus tubulus aërometri demergatur: tum suspectum aureum similiter appende: Si non æque tot gradibus demergitur, sincerus non erit, &c.

LXVIII.

Corpus solidum sub fluido specificè graviore detentum remota vi detinente ascendit sursum. *Ratio* est; quia columnæ laterales mera aqua constantes fortius premunt deorsum particulas infimas, quam suas illa columna, intra quam existit solidum specificè levius, adeoque tamdiu descendent, columnamque leviolem una cum ligno attollent, donec æqualis pressio ex omni parte fuerit restituta. — Sed quanta vi solidum levius urgetur sursum? *æ.* Tanta, quantus est excessus gravitatis specificæ

in liquido, ut patet ex distincta notione pressionis; nam si solidum esset ejusdem gravitatis specificæ cum liquido, infra aquam persisteret immotum: Ergo dum ascendit, vi excessui proportionali ascendit. *Quæris*, quodnam inter duo corpora solida celerius ascendat, si volumina sunt æqualia, & pondera inæqualia e. g. globus subereus & quercinus ejusdem voluminis? *R.* Globus levior, adeoque subereus citius atolletur. *Ratio* est; vis sursum urgens utrinque est æqualis, & in globo leviori minor est resistentia massæ & gravitatis. Ergo etiam celerius elevatur.

LXIX.

Corpus solidum specificè levius, licet per se initio innatet liquido, tamen potest post moram subidere, si paulatim aliquam liquidi portionem in se recipiat. *Ratio* est: tale corpus re ipsa constat particulis specificè gravioribus, & tantum est specificè levius liquido ideo, quia continet multos poros, vel majores cavitates aëre repletas. Ergo quando intra se recipit aquam, aëre vel ejecto, vel condensato, totum complexum fit specificè gravius. Sic ligna & alia corpora magis porosa primo aquis innatant, postea ejecto è poris aëre, & succedente aqua fundum petunt. Sic corpus humanum licet constet partibus specificè gravioribus aqua, tamen ob cavitates aëre repletas fit compositum specificè levius aqua: subsidit autem, si haurit aquas ob necessitatem respirandi. — *Quæris* hic, cur bruta promptius natent, & à submersione magis secura sint, quam homines? *R.* Quia in illis centrum gravitatis dorso, quam capiti propinquius est; hinc caput & rictus minus deorsum premuntur, quam reliquum corpus, & extant supra aquam etiam sine pedum agitatione, qua præcise indigent ad promovendum corpus, sicut navis movenda agitatione remorum. Econtra in homine centrum gravitatis est vicinius capiti, quam pedibus, & major pars ponderis in superiore parte corporis continetur; hinc caput magis deprimitur, quam pedes. Ergo os hominis, præcipue si pronus jaceat, necessario immergitur, nisi vi elevetur. Nihilominus natantes sciunt agitatione brachiorum aquam infra pectus ita impellere, ut hoc impulsu elevato pectore & capite os extra aquam emineat. Porro dum per brachia haud secus ac nauta per remos aquam percutiunt, corpus suum, ut nauta navim, promovent.

LXX.

Observamus, aliqua corpora specificè leviora primo innatare, dein subidere, denique rursus emergere. *Ratio* tam miræ mutationis est; quia successu temporis solidi mutatur gravitas specifica vel corporis solidi, vel liquidi. Sic globus cereus frigidaë innatat; si aqua calefit, fundum petit; aucto calore ascendit rursus, ac ut ante innatat. *Imum* fit; quia frigida est

est gravior cera. 2^{dum} fit; quia globus aqua vi caloris rarefacta est gravior, 3^{tium}; quia per excessum caloris ipsa etiam cera rarefit, sicque aqua etiam rarefacta globus cereus specificè levior fit. Pariter cadavera submersorum primo fundum petunt; quia sunt specificè graviora aquis. Dein iterum emergunt; quia laxatis fibris fit & fermentatio, aërisque interioris expansio: adeoque cadavera intumescunt, sicque aucto volumine fiunt specificè leviora. Dein iterum subsidunt; quia partibus paulatim ad invicem propius accedentibus, ejecto aëre iterum evadunt densiora, magisque gravia liquido. — Ex hac Theoria conficiuntur quædam thermometra, seu vitra repleta aliquo liquore e. g. spiritu vini, qui mutata temperie aëris rarefit & condensatur. Hinc liquori immittuntur aliqua corpora solida paulatim differentia gravitate specifica à liquore v. g. massulæ vitreæ, quæ aëre calido descendunt, frigido ascendunt: Adeoque ascensu suo condensationem liquoris & immutationem caloris aëris indicant, & descensu liquoris rarefactionem, simulque augmentum caloris in aëre demonstrant.

LXXI.

Quædam corpora per receptionem & extrusionem aquæ nunc subsidunt, nunc denuo ascendunt. Talia sunt Dæmunculi, ut vocant, Cartesiani, homuli ex vitro formati, intus cavi & aëre repleti, qui in phiala aquis plena modo ascendunt, modo descendunt, jam in medio hærent, & in varios se gyros circumagunt. Ratio lepidi phænomeni est hæc: Appresso fortiter ad orificium phialæ vesica obductum digito, aër in homulo illo contentus per aquam, quæ comprimi nescia, à digito per exiguum in latere foramen subire cavitatem cogitur, arctius comprimitur, ac condensatur. Ergo Dæmunculus specificè gravior subsidit. Cessante pressione aër in cavitate compressus vi sua elastica se rursus expandit, & aquam prius ingressam denuo expellit. Ergo Dæmunculus levior factus rursus ascendere cogitur, & durante ascensu ac descensu per varias crispationes manus ad gyros potest determinari.

LXXII.

Cum Dæmunculis Cartesianis affinitatem habent pisces, qui intra se habent vesiculam, seu folliculum aëre repletum, quem modo compressis, modo diductis musculis possunt constringere & laxare. Si deorsum moveri appetunt, compresso folliculo recipiunt aquam per os intrusam in spatium à compresso folliculo relictum, & sic corpus piscis per aquam specificè gravius factum momento subsidit ad fundum: si cupiunt ascendere, laxato folliculo aquam prius receptam per illius expansionem iterum ejiciunt, & sic corpus specificè levius effectum sursum fertur: si volunt quiescere in quacunque altitudine aquæ, folliculum ita laxatum tenent,

ut justam proportionem aquæ intra se contineant, qua eandem cum aqua gravitatem specificam obtineant. Hunc motum (quem systoles & diastoles vocant) in natante pisce dari, patet ex observatione, qua habetur, pisces in aqua intra recipiens repositos post unam alteramve suctionem emboli vel invitos ad superficiem fuisse elevatos, tum vero repente ad fundum subsedisse: aëre autem rursus in recipiens immisso aliquamdiu vixisse quidem, sed in altum levare se potuisse nunquam; nempe facta postmodum sectione deprehensum est, in illis disruptos fuisse folliculos, indeque solido ratiocinio deductum, hos folliculos esse instrumenta piscium ad motus sursum & deorsum efficiendos necessaria. — Quare prædicta phænomena sic explico: quando aër intra recipiens per unam vel alteram suctionem fuit extenuatus, mox aër intra folliculum piscis vi elastica se & folliculum expandens, aquam per fauces denuo ejicit. Proin corpus specificè levius factum in altum truditur ab aqua specificè graviore. Verum dum continuatis suctionibus aër identidem magis extenuatur in recipiente, elasticitas aëris folliculo inclusi, magisque se exerentis folliculum rumpit. Unde jam novo spatio intra piscem aperto aqua copiosior in illum intruditur, ut ita specificè gravior effectus ad fundum subsidat. Quoniam autem intrusam aquam rupto jam folliculo evomere non amplius potest, constanter specificè gravior manens in fundo hærere piscis cogitur. — Sed unde, quaque scientia hydrostatica sciunt pisces, jam esse stringendum folliculum, jam laxandum? Sciunt id ex eodem magisterio, quo nos scimus, diaphragma jam esse deprimentum, jam attollendum, quando aërem exspirare volumus, vel sorbere liquorem.

LXXIII.

De æquilibrio fluidorum cum solidis specificè gravioribus. Solidum specificè gravius descendit in liquido specificè leviori usque ad fundum, nisi aliud quid obstat. Ratio est: columna constans ex liquido & solido graviore etiam post totalem immersionem est gravior, quam columna æqualis liquidi. Ergo hæc ab illa extruditur. Ex hac Thesi velut corollarium sequitur ista: solidum specificè gravius nec à toto mari sustentari potest. Ratio est; quia, si loco solidi poneretur liquidum moie æquale, daretur æquilibrium. Ergo cum solidum gravitate prævaleat, descendet. Unde legitima argumentatione ex majore gravitate solidi, velut ex causa inferre licet submersionem tanquam effectum, & vicissim ex submersione majorem gravitatem. Notari tamen meretur, corpus, dum in liquido descendit, non tota vi gravitatis suæ descendere, sed tanta, quantus est excessus gravitatis specificæ in solido. Hinc vis, quæ tale corpus in liquido sustentare valet, æqualis est excessui gravitatis speci-

Specificæ solidi sub eodem volumine e. g. cuprum libr. 47 $\frac{1}{2}$. in aqua amittit libras 5 $\frac{1}{2}$. Ergo vis 42. libr. id sustentare valet.

LXXIV.

Solidum specificè gravius in liquido non demergitur, si addito altero corpore leviori fiat complexum levius. Thesis veritas ex Theoria mox data eruitur. Hinc natator tumidis vesicis instructus summo ludit æquore. II. Hinc bolis plumbea, qua nautæ ad explorandam maris, lacuumve altitudinem utuntur, ubi maxima est profunditas, non pergit ad fundum. Ratio est; licet bolis sit specificè gravior aqua, tamen funis est specificè levior. Ergo potest tanta adjici portio funis, ut complexum ex bolide & fune fiat specificè levius. Unde quod bolis ad ima non descenderit, argumento haud semper est, abyssum fuisse tentatam. III. Hinc non merguntur moles gravissimæ in onerariis. Nihilominus ars nautica, ut onerarias sine mersionis periculo aquis imponat, pondus, quod cavo navigii claudendum est, sollicite supputet.

LXXV.

Corpora specificè graviora in fundo aquæ jacentia elevari possunt per appensa corpora leviora e. g. per vesicam inflatam. Patet ex data hactenus theoria, Theoriæ consentit *experientia*: Vesica modice inflata pondere annexo infra aquam vase majore vitreo contentam eo usque mergitur, dum pondus fundo insideat; nam hoc aggregatum sub dato volumine heterogeneum aquam pondere superat. Jam pone vas cum vesica immersa sub recipiente, & aërem cingentem subtrahe; simul aër in vesica clausus elaterio suo in majus volumen expanditur, atque ceu complexum aqua levius, vesica cum suo pondere sursum extruditur. — Quærere hic potes, quomodo se aër possit expandere contra tantam aquæ molem sibi incumbentem? R. Columna incumbens ab aliis æqualibus columnis mutua indirecta pressione ita sustentatur in æquilibrio, sicut duo pondera in bilance. Ergo sicut ista levi conatu moveri possunt, sic etiam columna aquea sursum moveri potest ab aëre intra vesicam, qui statim vim elasticam exerit, quam primum aër incumbens aquæ per suctionem emboli fuit extractus. Sed quæris porro, quænam causæ elevent vesicam? R. Causa elevans corpus solidum immediata est columna aquea infimam basin corporis solidi ambiens; hæc enim infra corpus solidum, ubi minor est pressio, intruditur à lateralibus, & ita illud elevat. Sed quomodo elevare potest non obstante mole aquæ incumbentis? R. Columnæ laterales fortius premunt, quam columna incumbens. Ergo utique vincunt hujus vim.

LXXVI.

Quandoque corpus specificè gravius non subsidit; quia non potest superare resistantiam fluidi, seu dividere particulas fluidas quadam viscositate cohærentes. Ex hac ratione ramenta auri, argenti, aliorumque metallorum subtilissima, licet sint aqua specificè graviora, in eâ tamen hærent suspensa, eoquod exiguo suo pondere, aucto per divisionem volumine, non valent vincere affrictus resistantiam, viscositatem, ac tenacitatem liquoris. II. Pariter tenuis lamella aurea vel plumbea, omnino plana, optime tersa & sicca, secundum planam suam superficiem ita leniter aquæ imponi potest, ut innatet. Ratio petitur ex analogia cum navicula; quando enim lamella mergi incipit, aqua illam ambiens per viscosam cohærentiam particularum format quasi vallum aqueum aliquod lineis altum, & vas concavum aëre plenum. Atqui hac sua cavitate aëre repleta lamella constituit volumen volumine aquæ extrudendæ levius: Ergo juxta expositam Theoriam subidere nequit. Verum cur aqua ita assurgens non defluit in superficiem laminæ superiorem? R. Ob viscositatem. Hoc non gratis asseri, infertur ex eo, quod experimentum non succedat, si aqua sit calida (tunc enim viscositas illa calore aliquantum minuitur) vel si superior pars laminæ sit humectata; tunc enim vallum aqueum in superiorem laminæ superficiem irruens eam deprimet; quia tunc facilius se conjunget aqua cum particulis homogeneis.

LXXVII.

De amissione ponderis solidorum in liquidis. Corpus solidum in liquido æque gravi, vel specificè graviori apparenter amittit omne suum pondus. Dico *apparenter*, prout nempe nostris sensibus apparet; ejusmodi enim solidum fluido immersum nec amplius movetur deorsum, nec in manum aut libram sustententem premit. Re ipsa autem omne suum pondus absolutum retinet; eoquod in subjectas liquidi partes premat, augeatque pondus totius massæ liquidi. Thesis sic intellectæ veritas constat manifesta *observatione*; si enim ejusmodi solidum liquori specificè graviori aut æque gravi ad debitam partem, vel ad eandem cum superficie aquæ lineam horizontalem fuerit immersum, tunc nec filum amplius tendetur, nec manus filum tenens sentiet amplius pondus solidi. Experimentiæ consentit *ratio*; nam omne pondus solidi vel ex parte vel ex toto immersi hic & nunc sustentatur ac impeditur à motu deorsum à liquido æquiponderante. Atque ex hoc, quod solidorum liquido immerforum pondus saltem apparenter imminuatur, complurium phænomenorum ratio redditur, puta imo. Cur situla aquæ immersa ex puteo facilius at-

traha-

trahatur, quam dum extra aquam versatur. 2do. Cur homo in flumen lapsus facile salvari queat, si togæ lacinia, vel capillis apprehendatur, etsi id frustra tentaturus sis in homine ex tecto decidente.

LXXVIII.

Solidum in liquido specificè leviori amittit *apparenter* tantum sui ponderis, quantum est liquidi exclusi ejusdem cum solido voluminis. Res per casum magis perspicua fit: si pes cubicus marmoris est 80., pes cubicus aquæ vero 70. librarum, tunc pes cubicus marmoris aquæ immersus amittit apparenter 70. libras de suo pondere, videturque tantum ponderare 10. libras; quia reliquas 70. sustentant columnæ laterales, quemadmodum ante immersionem sustentabant 70. libras aquæ sub eodem volumine, in ejus locum succedit cubus marmoreus. Thesis veritas constat *experientia*; nam si in bilance duo pondera servant æquilibrium, uno in aquam demisso alterum in aëre relictum statim descendit, & tollit æquilibrium, non restituendum, nisi partem ponderis subtrahas æqualem ponderi aquæ extrusæ: Ergo solidum in aqua amisit eandem partem sui ponderis. *Experientiæ* consentit *ratio*; nam solidum tantum ponderis amittit, quantum sustentatur à liquido: tantum autem ponderis solidi sustentatur à liquido, quantum liquidi extrusi ante immersionem solidi fuit sustentatum: Atqui prius fuit sustentatum liquidum ejusdem cum solido voluminis. Ergo &c. — Unde consuetaria notatu perquam digna sunt *imo* corpus solidum specificè gravius eo plus ponderis amittit, quo densius & gravius fuerit liquidum; plus namque liquidum densius & gravius sub eodem volumine ponderat, quam rarius ac levius. 2do. Idem solidum in liquidis diversæ gravitatis specificæ appensum patitur diversum ponderis decrementum e. g. sit plumbum appensum ex brachio bilancis in aëre, in oleo, ac demum in aqua; apparenter librabit minus in aqua, quam in oleo, in hoc minus, quam in aëre, ut ostendit æquipondium ex altero brachio appensum.

LXXIX.

Consuetaria præcedentis Thesis sunt. I. Sint duo solida ejusdem voluminis e. g. duo globi, aureus 20. cupreus circiter 10. librarum. Uterque amittit in aqua specificè leviori æqualem partem ponderis, unam scilicet libram. Thesis veritas patet; nam solida in liquido amittunt tantum sui ponderis, quantum est voluminis exclusi; tantum enim præcisè sustentatur. Atqui volumen exclusum est utrinque æquale. Ergo &c. II. Sint duo globi inæqualis voluminis, in aqua pondera amissa erunt ut volumina. Patet ex *ratione*; nam solida amittunt tantum sui ponderis, quantum est pondus voluminis exclusi: Atqui pondera aquarum

extrusarum sunt ut volumina. Ergo &c. Rationi consentit *experientia* universim docens, solida inæqualis voluminis, quæ æquiponderant in aëre, in aqua non æquiponderare.

LXXX.

Ex Theoria de amissione ponderis solidi in liquido specificè levio-
re natum est baroscopium quoddam atmosphæræ, seu instrumentum ex-
plorandi gravitatem aëris. Accipitur scilicet globus cupreus cavus,
epistomio instructus, ut per antliam pnevmaticam evacuari possit ab aëre.
Aëre vacuus suspenditur ex uno bilancis brachio, ex altero brachio depen-
det æquipondium ex plumbo. En! hæc ambo corpora, pondere æqualia,
sunt volumine multum inæqualia. Quodsi jam aër fiat densior ac gravior,
sublato æquilibrio præponderabit plumbum volumine minus, quia minus
de plumbo, quam de globo cavo majoris voluminis sustentatur. Aëre
rarefcente præponderabit globus cavus. *Ratio* est; quia quodlibet reci-
piet pondus ab aëre densiore prius sustentatum, quodque apparenter
amissum erat. Atqui plus in aëre densiore amissit globus volumine major,
quam plumbum. Ergo globus cavus plus recipit ponderis, adeoque præva-
lebit. — Inde pariter nata est methodus detegendi gravitates specificas &
individuales ipsorum, quin ad trutinam veniant, liquidorum. E. g. pe-
dem plumbi cubicum in bilance constitue cum alio noto pondere in
æquilibrio; tunc plumbum è bilance pendulum in liquidum transfer, mox
tolletur æquilibrio; quod, ut restituas, ponderi extra liquidum exi-
stenti portio est subtrahenda: quantum subtrahis, tantum ponderis in
liquido amittit plumbum, & consequenter tantundem pes cubicus li-
quidi ponderat.

LXXXI.

Expositæ Theoriæ innitur etiam celebratissimum Archimedis inventum,
cui Hydrostaticæ scientia suam debere originem dicitur. Scire aves,
an aliquid materiæ adulterinæ admixtum sit auro puro? En rescindi
modum! suspectum aurum cum auro probato in aëre pondera, obtento
æquilibrio utrumque seta equina suspensum in aquam transfer: si perstat
æquilibrio, suspectum aurum sincerum ac genuinum pronunciato, ad-
ulterinum vero, si probatum præponderet. *Ratio* est: aurum est metal-
lorum gravissimum: Ergo si aurum suspectum minus ponderet, signum
est, ejus molem esse majorem: & tamen hæc antea æquiponderavit in
aëre auro probato: Igitur admixtum habet metallum levius. Sed quid
agendum, si tibi desit tanta auri puri portio? R. Massam dubiam cum
alio noto pondere constitue in æquilibrio, tum vero aurum è libra pen-
dulum immitte aquæ, altero pondere in aëre relicto, mox observabis,
sub-

subtrahendam esse partem noti ponderis, adeoque æqualem partem fuisse amissam ab auro, cujus probitas exploratur. Quodsi hoc pondus amissum sit vigesima pars totius ponderis, purum erit aurum; nam aurum vigesimam partem amittit in aqua, quia ad eam se habet ut 20 : 1. si vero major pars ponderis amittatur, aurum non erit purum, sed levioze metallo mixtum. Atenim ultra hydrostatica procedit; etiam artem docet rescindi, quantum alieni metalli admixtum fuerit. Uti videre poteris apud *Wolff. Element. Hydrost. c. 3.*

LXXXII.

Dum solidum specificè gravius ex aliquo sustentaculo mediante filo suspensum demittitur in aquam vase contentam, ita, ut non attingat fundum, in hunc premit, & partem ponderis in aquam exonerat. *Ratio* est; quia ab hac sustentatur. II. Tantum autem partem ponderis in eam exonerat, quantam apparenter amittit, sive quantum est pondus aquæ extrusæ. *Ratio* est; quia tantum præcise premit in aquam subiectam, quantum preffit extrusa aqua: Adeoque sustentaculum sustinet ponderis duntaxat excessum. III. Quodsi igitur sustentaculo liberatum pondus per liquidum decidat, durante descensu pariter non totum pondus, sed tantum eandem partem ponderis, nimirum apparenter amissam exonerat in aquam, usque dum fundum attingat. Ad quid ergo impendit excessum gravitatis specificæ? R. In descensus motum. Ita fieri constat *experientia*. Suspende ex uno brachio bilancis plumbum è filo pendulum, simulque tubum aliquot pedes longum, inferius clausum & aqua repletum, ita, ut pondus in ipsa aqua pendeat: ex altero brachio pone æquipondium. Hem! abscisso vel potius perusto filo mox descendit plumbum, sed simul elevabitur brachium cum tubo, tolleturque æquilibrium, tamdiu non restituendum, donec plumbum fundum attigerit.

EX HYDRAULICA DE MOTU CORPORUM FLUIDORUM.

LXXXIII.

De fluxu aquarum per lumina vasorum. Dedimus hætenus doctrinam *Hydrostatico-Physicam* de pressione, & æquilibrio fluidorum. Jungimus sociam doctrinam *Hydraulico-Physicam*, quæ est scientia motus fluidorum, præsertim aquarum, qui ex sublato æquilibrio exoritur; scientia sane crebris

in vita civili usibus quam maxime accomodata, cujus labor est, motum hunc liquidorum certis legibus adstringere. Possunt liquida ad motum determinari a variis causis, & inprimis quidem à propria gravitate, & pressione liquoris incumbentis. Foramen igitur si in base alicujus vasis aqua constanter pleni aperiatur (lumen dicitur) tunc celeritas liquidi effluentis per lumen vasis per se æqualis est illi, quam acquisivisset libere descendendo ex altitudine columnæ sibi incumbentis. *Ratio* est; quia, sicut si partes inferiores liquidi deciderent ex certa altitudine, in singulis punctis loci à gravitate paulatim acciperent tot impulsus & gradus celeritatis; ita etiam primo statim instanti sui fluxus à particulis incumbentibus accipiunt tot impulsus & gradus celeritatis, quot sunt particulæ incumbentes; cum à singulis premantur: Ergo eadem celeritate effluunt. Rationi consentiunt experimenta à Gravessandio non semel instituta.

LXXXIV.

Ex jacto præcedentis Theorematis in hydraulica demonstrati fundamento, velut consuetarium deducitur aliud; scilicet celeritates liquorum è vasis constanter plenis eodem tempore fluentium sunt in ratione subduplicata altitudinum, seu, quod idem est, ut harum altitudinum radices quadratæ. E. g. si altitudines in tribus vasis constanter plenis sint ut 1. 4. 9. celeritates effluxus erunt ut 1. 2. 3. adeoque si in vase A altitudo liquoris sit unius pedis, in B 4. pedum, in C 9. pedum, tubuli autem in omnibus sint æquales, liquor ex A effluit intensione celeritatis ut 1. ex B intensione ut 2. ex C intensione ut 3. *Ratio* est: in descensu libero gradus impetus & celeritatis sunt in ratione subduplicata altitudinum, seu spatiorum: Ergo etiam gradus impetus & celeritatis liquorum è vasis fluentium sunt in eadem ratione subduplicata altitudinum; consequentia patet ex Thesi præcedenti; nam liquor per tubulum extrusus habet intensiorem impetus & celeritatis tantam, quantam obtineret descendendo ex æquali altitudine. Rationi consentiunt experimenta ab eodem Gravessandio instituta.

LXXXV.

Si autem è vase effluit liquor, quin novus influat, celeritas liquoris continuo decrescit, & quidem ita, ut spatia, per quæ liquor in vase subsidit, sint imparia ordine inverso, e. g. in 1^{mo} minuto descendet liquor in vase per 5. pedes, in 2^{do} per 3. in 3^{tio} per 1. *Ratio* est: causa pressiva, consequenter & celeritatis intensio successive decrescit, sicut decrescunt impetus in corpore sursum projecto. Ergo sicut in isto retardatio fit ita, ut spatia sint, ut 5. 3. 1. Sic etiam descensus liquoris successive eodem modo

modo retardatur, & decrementsa altitudinis erunt ut 5. 3. 1. Thesis veritatem *usus* ostendit; ex hac enim Theoria construi solent clepsydræ, quæ fluxu aquæ horas indicent. Reple cylindrum vitreum satis altum aliqua portione aquæ, & quidem exacte tanta, ut intra horam effluat: altitudinem hujus aquæ nota in cylindro e. g. nota circulari: Deinde ascende in altum per numeros impares 3. 5. 7. Seu ita, ut inter 1mum & 2dum circulum intercedat spatium ut 3. inter 2dum & 3tium spatium ut 5. Tum vas totum aqua reple: aperto tubulo aqua ita effluet, ut descensu suo in cylindro totidem horas exacte indicet. Hem! novum clepsydræ genus.

LXXXVI.

Quantitatem aquæ profluentis ex vasorum, tum altitudine, tum luminum apertura metimur. Inde sequentes manarunt hydraulicorum Canones, in quibus tamen ab impedimentis v. g. frictione, resistentia aëris &c. præscinditur. I. Si altitudines & lumina fuerint æqualia, quantitates etiam liquoris homogenei eadem prorsus eodem tempore effluent. II. Si lumina fuerint inæqualia, æquales tamen altitudines, erunt quantitates effluentes in ratione luminum, & si ea fuerint circuli, ut quadrata diametrorum. III. Si eadem sint lumina, diversæ autem altitudines, quantitates erunt in ratione subduplicata altitudinum. IV. Si denique tam lumina, quam altitudines sint inæquales, quantitates, quæ effluunt, erunt in ratione composita ex simplici luminum, & subduplicata altitudinum. — Sed ais: sint duo vasa A & B altitudine & lumine prorsus æqualia; inæquales tamen aquæ partes eodem tempore fundunt, si lumini deorsum vasis A tubulus inseratur; tunc enim ex vase A major copia aquæ effluet, quam ex vase B. Ergo Canon primus quantitatum profluentium cum experimentis non concordat. R. Experimentum sic allatum præter scopum fertur; nam tubus vasis A additus altitudinem auget, simulque vim, qua partes fluidi per tubulum fluunt; adeoque quantitas aquæ ex utroque vase promanans rationem subduplicatam altitudinum habebit.

LXXXVII.

Tempora, quibus vasa fluido per lumen prodeunte evacuantur, basium, & altitudinum rationem habent. Thesis patet inductione legum particularium; nam I. tempora, quibus vasa uniformia ejusdem altitudinis per æqualia lumina deplentur, se habent ut vasorum bases. E. g. si basis vasis A sit quadrupla, seu duplæ diametri, ad basin vasis B, tunc vas A ut effluat, quadruplo plus temporis requirit, quam vas B. Ratio est: quoniam ob æqualitatem tum altitudinum, tum foraminum æqualis quan-

quantitas liquoris singulis tempusculis effluet, tempora evacuationis erunt, ut liquoris quantitates in cylindris contentæ; hæ autem cum ex hypothesi altitudines sint æquales, sunt in ratione directæ basium. II. Si tum altitudines vasorum, tum bases æquales fuerint, solaque lumina inæqualia, tempora evacuationum sunt inversæ ut lumina, hoc est, lumen vasis A duplo majus tempore duplo minore evacuatur: *Ratio* est; quia, quo majus est lumen, eo plus intra idem tempus liquoris effluet. III. Si ceteris paribus solæ differant altitudines, depletionum tempora rationem altitudinum subduplicatam habent, ut si vas A habet altitudinem ut 1. B ut 4. tempora erunt ut 1 : 2. Nimirum tempora uti in motu gravium libero sunt ut radices quadratæ spatiorum, seu altitudinum; quia in tempore duplo celeritate dupla spatium quadruplum percurritur. Ergo & in tempore duplo quantitas fluidi quadrupla evacuabitur.

LXXXVIII.

De fluxu fontium salientium. Quemadmodum aqua ad varios motus determinari potest à sua gravitate, ut hætenus ostensum; ita etiam ab alia aqua varie elevari potest in vase. Sic, si cum vase aqua repleto conjunctus sit tubulus in altum erectus & communicans, aqua per hunc ascendet ad eandem altitudinem juxta dicta de æquilibrio fluidorum; atque ita ex monte uno in alterum aqua derivari potest. Si autem conjunctus tubulus ad altitudinem minorem assurgat, aqua per lumen erumpens fontem salientem exhibebit, ita quidem, ut spectando vim impressam assurgere deberet ad altitudinem scaturiginis. *Ratio* est; quia aqua, quæ ex vase in tubulum indirecte truditur, in pede vasis vi tanta premitur, & urgetur sursum, quantam haberet, si motu accelerato ex memorata altitudine decidisset: Ergo etiam motu retardato sursum ad æqualem altitudinem tendit. Per quid autem impeditur, quo minus eandem attingat? R. Per attritum, & frictionem in egressu, nec non per resistantiam aëris, qui contra aquæ salientis apicem nititur deorsum, ob quas rationes prima statim guttula retardatur, sequentes vero tum ob easdem rationes, tum ob resistantiam præcedentium.

LXXXIX.

Aliquæ tamen observationes tibi dubia movent. Observatur, aquam in tubulo communicante elevari ad altitudinem æqualem; cur non in fonte etiam saliente? R. *Ratio* est; quia in tubulo communicante continuo nova vis imprimitur ab aqua, quæ aquam in tubulo continenti nexu conjunctam nova continuo pressione elevat; in fonte vero, quamprimum aqua erumpit è lumine tubuli, non datur continens conjunctio particularum, sed potius aliqua diffusio, & sejunctio ob resistantiam aëris in aquæ

aquæ salientis apicem deorsum prementis ; unde aqua in vase non potest continuam suam pressionem exerere , ideoque illæ brevi omni impetu spoliatae recidunt. II. Observatum non raro est, quod si orificium fontis sit laxius , aqua è lumine vix progressa deorsum relabatur. Quæ causa præmaturi relapsus ? R. Hoc non fieri fonte aquam largius suppeditante, sed quando ob fontis inopiam aqua parcior canales non semper replet ; hoc enim casu pressio non est æqualis altitudini fontis , sed hinc inde interrupta minor, quam ut aquam attollere ultra lumen possit. III. Observatum est, aquam è fonte salientem aliquando jactum altiore, quam legibus congruum facere. Unde hæc saltus irregularitas ? R. Ea tribuenda est aëri, qui cum aqua prope scaturiginem, aut per rimam canales ingressus, tramitem aqueum interrumpit, simulque delatus ad fontis orificium canali passim angustius, & à pondere sequentis aquæ compressus aquæ præcedenti majorem elaterio suo impetum conciliat ; inde saltus aliquo tempore altior, qui tamen ad ordinariam altitudinem subsidet, canalibus aëre intermedio liberatis. IV. Observatum etiam est, quando epistomium aperitur, jactum primum esse altiore subsequenti- bus. Eccur ? quia particulae subsequentes retardantur à primis, tum in ascensu, tum per delapsum illarum.

XC.

Ut fontes optime saliant, sequentia sagax hydraulicus curat. I. Ne lumina tubuli nimis angusta sint, nec nimis ampla ; quia in utroque casu ad minorem altitudinem exiliret aqua ; & in priori casu quidem ob frictionem, quam respectu amplitudinis suæ minoris pateretur majorem ; in posteriori ob nimium aquæ pondus. II. Nihilominus liberius & celerius per amplos, quam angustos canales fluere observatur. *Ratio* est ; quia, quo angustior canalis est, eo major erit ejusdem superficies interior ; consequenter etiam major affrictus, non quidem absolute, sed respectu aquæ, quam vehit ; nam superficies circulorum cylindricorum sunt in ratione diametrorum, bases autem in ratione duplicata diametrorum. III. Præsertim cavendum, ne extremitates tuborum, ex quibus aqua profilit, in conum truncatum abeant, ut quidam perperam faciunt ; nam hoc errore augetur attritus, motuque irregulari aqua in altum exit. Quare præstat, lamina plana & polita contegere tubos, eamque lumine pariter politissimo instruere. Utrumque explorans Gravessandius comperit, aquam per duos ferme pedes lapsam, dum ex ejusmodi lumine saliit, duos ad minimum pollices altius ascendisse, quam dum ex æquali lumine tubi conici prodit.

XCI.

Aqua diversimode etiam moveri, & elevari potest per *machinas pure hydraulicas*, inter quas usu receptas celebris est *cochlea Archimedis*. Hæc machina situ inclinato applicata aquæ gyratur ita, ut aqua per spiralem tubum ascendat, & quidem per continuum descensum. Ut rationem intelligas, concipe totum spiralem canalem in partes quasi semicirculares divisum, quorum dimidia pars est in superiore, & dimidia in inferiore latere cylindri inclinati. Si advertas ad gyrationem, observabis, orificium cochleæ aquæ immissum, & primum semicirculum aqua recepta per gyrationem elevari, & alterum semicirculum infra primum deprimi: Ergo utique aqua ex 1mo semicirculo in 2dum defluere debet. Continuada gyratione semicirculus 2dus elevabitur, & assurgat ultra 3tium: Ergo aqua ex 2do transibit in 3tium semicirculum, & sic per totum tractum spiralem ascendet, ita quidem, ut continuo descendere videatur.

XCII.

De fluxu perenni fontium & fluminum. A fluxu & elevatione aquæ per machinas artificiales abstrahimur ad fluxum aquæ in machina naturali, in mole scilicet terraquea. Machina sane mirabilis! observamus enim non sine admiratione, continuo fontes erumpere è sinu terræ, paulatim abire in fluvios, qui per declives alveos tamdiu defluunt, usque dum in mare influant. Ex hoc tamen influxu nec mare exundare, nec flumina fontesque deficere cernuntur: Hinc pronum est colligere, dari reciprocum commercium inter fontes & mare, ita, ut aqua à mari rursus ad fontes redeat. Quod tamen qua via ratione fiat, servatis communibus naturæ legibus, physicorum est indagare.

XCIII.

Recentiores multi docent, maris aquas per subterraneos canales quaquaversum provehi, variisque in locis evehi ad superficiem terræ, atque adeo ad ipsa montium cacumina. Sed *querimus* 1mo. Quomodo ad eam montium altitudinem, ex qua fontes scaturiunt, evehi queant? Cum in tubis communicantibus juxta leges hydrostaticas non nisi ad eandem libellam ascendant; plurimorum autem fontium loca altiora sint, quam maris superficies. Respondent aliqui, aquam eousque elevari per canaliculos terræ, sicut liquores ultra libellam per tubulos capillares assurgunt. Verum cum liquor in his tubulis plerumque non ad majorem, quam 20. lin. altitudinem assurgat, & quidem ita, ut nunquam profluat, male instituitur comparatio cum tubulis capillaribus. *Querimus* 2do. Quomodo aqua marina particulas salvas deponat, quarum tanta est copia, ut pes cubicus illius saltem duas salis libras admixtas vehat? Equi-

Equidem respondent, aquam per terræ meatus quasi filtrari, ut ita detrahantur particulæ salinæ. Verum hoc fieri haud potest; Nam vel hoc sequatur necesse est, ut tandem lapsu temporis viæ illæ & meatus ab adhærente sale obstruantur, vel hoc alterum, ut ab aqua superveniente iterum abrasæ abripiantur, atque adeo majore salis copia refertæ è fontibus aquæ prorumpant. Igitur aliud medium purgationis non est, quam rarefactio aquæ per calorem. Hinc alii quæstioni utrique satisfacturi respondent, aquam ope ignium subterraneorum extenuari in vapores, & ita relictis in fundo particulis salinis liberatam per porosas, & hiatibus intercisas terræ contignationes altius semper ad montium alembicos sublimari, ibique in guttas collectam depluere in hydrophylacia, ex quibus perpetua fontibus ac fluminibus aqua dispensetur. Equidem hæc responsio prioribus melior est; nam vapores per ignes subterraneos continuo excitari, experientia compertum est: At tales ubique ignes subterraneos latere, qui elevent vapores tam copiosos, ut continuis fontibus sufficiant, ægre persuadebunt.

XCIV.

Igitur verosimilius omnium fontium & fluviorum originem & perennem fluxum tribuimus pluviis, & solutis nivibus, itemque vaporibus in montium juga congestis. *Explico Thesin*: ex aqua maris, fluminum, stagnorum &c. continuo ascendunt vapores, qui condensati resolvuntur in aquam pluviam: hæc licet in viscosa, aut nimis condensata terra profunde non descendat, satis tamen alte penetrat per terram paulo leniorem, præcipue per arenam, glaream, & lapillos. Certe Cl. MARIOTTUS arenam, quam Rex concesserat, lapide consterni, obruique arena aut ruderibus jussit: necdum annus, jam fons inde fluxit. Porro in hoc transitu per arenas, & glaream aqua pluvia purgatur à fæcibus, & subin colligitur in hydrophylaciis veluti cysternis: ex his ulterius per angusta quædam ostiola sensim protrusa defluit, & fontibus originem præbet, è quibus flumina derivantur. *Explicata Thesis sic Prob.* Merito illud dicitur esse principium originis & fluxus fontium, quod certo datur, estque principium aliquorum fontium, ac universim sufficit omnibus. Atqui aquæ pluviae, & nivium intra receptacula certo dantur, & sunt principia saltem aliquorum fontium, ac insuper sufficiunt omnibus. Ergo. *Min.* quoad 1^{um} & 2^{dum} membrum constat constanti experientia, docente, eas regiones fontibus abundare, in quibus frequenter pluit, & abundare fontes tunc maxime, atque adeo intumescere, quando diutius tenent pluviae. Contra in quibus regionibus (e.g. Peruana) raræ pluviae, rarissimos etiam fontes interfundi. Quod autem aqua pluvia sufficiat omnibus fontibus, evincitur ex accuratis observa-

tionibus MARIOTTI & HALLEJI, quorum ille inito calculoprehendit, longe majorem esse aquæ copiam in locis Sequanæ circumpositis è coelo decidentis, quam quæ ex fluvio eodem tempore in mare labitur. HALLEJUS vero circa quantitatem vaporum, qui solis præsertim calore ex mediterraneo mari quotidie avolant, facto periculoprehendit, tantam illorum esse copiam, ut, quæ ex Ibero, Tiberi, Pado, Danubio, Tanai, Nilo, ceterisque fluminibus in illud quotidie aquæ influunt, vix ad tertiam illius aquæ partem accedat, quæ quotidie in vapores ex ipso mari attollitur. Igitur omnia flumina ex pluviis oriri censemus, non ex communicatione subterranea cum mari, quamdiu adversarii non explicaverint aquæ marinæ propagationem, purgationem & elevationem.

EX AEROMETRIA
DE
PRESSIONE AERIS.
XCV.

Non solum per *machinas pure hydraulicas* aqua sursum moveri, ac elevari potest, sed etiam per *instrumenta hydraulico-pneumatica*, in quibus scilicet aqua extruditur per pressionem aëris, gravitatem puta, & elasticitatem, quas duas aëris proprietates variis experimentis aerometricis compertas habemus. Inprimis aëreum pondus ostendit uter, qui inflatus plus ponderat, quam vacuus. Similiter globus cavus, quo plus aëris intruditur, eo plus ponderat. *Dicis forte*, hoc pondus non esse ab aëre, sed à particulis aliis aëri immixtis; verum, si aër non esset gravis, quomodo possent in illo particulae graves sustentari, aut elevari? Forſitan per elaterium aëris sustentari dices, non per illius gravitatem? At si aër inferior à superiore non est compressus, dic sodes! quomodo exerere elaterium potest? Si autem est compressus ab aëre superiore, utique hic aër comprimens gravis est. II. Aërem elasticum esse pariter indubium est; nam potest comprimi, & cessante compressione se iterum expandit; Ergo elasticus est. *Conf.* Patet ex distincta notione elasticitatis. *Ant.* Constat obviis experimentis in Antlia pneumatica institui solitis. Ceterum vis elastica aëris in triplici potissimum casu se prodit, nempe quando vel hic condensatur, vel caleſcit, vel aër ambiens amovetur. *Imum.* Constat ex sclopeto pneumatico, in quo aër violenter comprimi potest, & tanta vi se expandere, ut globum validissimo impetu ejiciat. *2dum.*
Con-

Constat ex instrumentis infra recensendis. 3^{ium}. Patet in vesica bene clausa, quæ ad montis pedem flaccida est, at in ejus verticem delata quasi ultro intumescit, manifesto indicio, aërem intra istam compressum, in loco sublimiore minorem sentire vim compressivam, adeoque se expandere.

XCVI.

De elevatione liquorum in machinis hydraulico - pneumaticis. Demonstrata elasticitate, & gravitate aëris juvat jam expendere mira phænomena, pressionis aeræ, & effectus hydraulico - pneumaticos, quos observare est in variis ad usum civilem aptis instrumentis, in quibus aquam in altum cernimus elevari, in aliquibus quidem per aëris nostri atmosphærici ordinariam pressionem, in aliis per aërem rarefactum calore, in multis denique per ejus violentam compressionem. — Instrumenta, in quibus aqua elevatur per pressionem aëris nostri atmosphærici, sunt syringes, & antliæ. Syringa est tubulus, qui, si orificium aquæ immiseris, reducto embolo aquam recipit, eoque rursus impulso iterum evomit. Antlia est tubus aquis sursum ex puteo attollendis idoneus, quales ubique ferme in plateis & hortis cernere est. Tubus hic constat embolo, & duabus valvulis, ex crassiore corio confectis, quarum una affixa est orificio inferioris tubi, altera embolo, utraque sursum hians, eundem nempe in finem, ut aquæ ingressum concedant, sed egressum, si forte relabi nitatur, negent. Emboli perticæ supra affigitur vectis 1^{mi} vel 2^{di} generis. Per machinam ita conceptam liquor elevatur tali modo: Quando embolus primo elevatur, adeoque inferius relinquit spatium aëre vacuum, aqua per inferiorem valvulam ingressa embolum insequitur. Si embolus denuo detruditur, aqua inclusa, vel potius impulsâ simul claudit valvulam inferiorem, & superiorem aperit, sicque ultra hanc elevatur. Si embolus denuo elevatur, aqua superior deorsum nitens hoc ipso nisu valvulam emboli claudit, adeoque simul ascendere cogitur cum embolo. Eodem tempore aperta valvula inferiore nova aqua ingreditur cylindrum; si embolus denuo detruditur, rursus aliqua portio aquæ ultra valvulam emboli truditur, & sic alterna elevatione, & detrusione emboli aqua primo per valvulam inferiorem ingreditur cylindrum, & dein per valvulam superiorem eluctatur supra embolum, donec tandem continuo major copia in superiorem partem cylindri ascendens, per tubum huic parti insitum effluat. Alia Antlia ab inventore CTESIBIO *Ctesibiana* dicitur, in qua aqua per inferiorem valvulam ingressa, detruso iterum embolo, non supra hunc elevatur, sed per canalem lateralem tubo insitum infra embolum, & valvula foris hiantem instructum extruditur. — Homo non philosophus effectum miratur, causam elevationis ignorat. Quæ illa? est pressio aëris;

aëris ; dum enim ab embolo per cylindrum cavum elevato aër intra cylindri cavitatem existens removetur, portio aquæ orificio inferiori immediate vicina multo minus premitur, quam columnæ laterales, quibus aër incumbit : Ergo necessario prævalente hac pressione aqua tubum, ubi minor est resistentia, dicto modo intruditur, & elevatur. — In his experimentis id maxime notatu dignum, quod teste experientia aqua non ascendat ad majorem altitudinem quam 32. vel 33. pedum : *Ratio* est, quia in hac altitudine æquilibrium servat cum pressione aëris.

XCVII.

Sed contra dictam elevationis causam sic arguis : homo elevans embolum Syringis, vel Antliæ, sentit utique, elevare se grande pondus. Atqui si aqua elevaretur ab aëre, homo elevans non deberet sentire pondus. Ergo aquam aër non elevat. *R. Dist. min.* Non deberet sentire pondus aquæ elevandæ, *C. min.* Neque pondus embolo incumbentis & resistentis aëris, *N. min.* Sentit nempe homo pondus aëris, non aquæ. Ceterum sentit modo majus, modo minus, modo omnino nullum aëris incumbentis pondus ; nam primo si antlia non immittitur liquori, manus tollens embolum præcise sentit pondus emboli, non vero aëris embolo incumbentis ; *Ratio* est, quia hic sustentatur & eliditur à reciproca pressione aëris lateralis & inferioris pressionem suam exerentis versus inferius antliæ orificium, & embolum, aëremque huic incumbentem. II. Si vero antlia immittitur liquori, attracto embolo homo sentit partem ponderis aërei. *Ratio* est ; quia aër lateralis debet partem virium impendere elevando liquori : Ergo non potest hanc ipsam partem virium, parem ponderi liquoris, impendere aëri embolo incumbenti. Ergo manus debet impendere vires liquoris ponderi pares contra aërem. III. Quo major est gravitas specifica liquoris, vel hujus altitudo paulatim crescens, eo majores vires impendere debet manus. *Ratio* est ; quo major est gravitas specifica, vel altitudo, eo majores vires impendere debet aër lateralis. Ergo eo minores impendere potest aëri incumbenti : Ergo hoc ipso major vis elevando embolo impendenda est à manu, eo quod minus juvatur ab aëre laterali. Sed quantum juvatur ab aëre laterali manus sustentans aërem incumbentem ? *R.* Quantum est excessus pressionis aëreæ sursum ultra pondus aquæ in antlia elevatæ, & nitentis deorsum.

XCVIII.

Alterum elevandi liquores instrumentum sunt tubuli utrinque aperti. Id generis tubulum immitte liquori ; tum ore orificio superiori applicato spiritum retrahe, mox aqua per tubulum supra libellam elevabitur. Si dein clauso celeriter per digitum superiore orificio, iterum extraxeris, immo-

immota hærebit aqua. At quamprimum digitum removeris, defluet liquor omnis. Simile experimentum fit per vas paulo capacius, utrinque in tubulum desinens, cujus ope magna portio vini vel cerevisiæ ex dolio hauriri, & alio transferri potest, magno Oenopolarum commodo. Huc etiam referas vas hortense, plantis rigandis serviens: est formæ conicæ, constans fundo foraminibus pertuso. En! triplex phænomenon liquoris, ejus *elevationem, suspensionem, & defluxum*. Quæ horum causa? R. Est vis pressiva aëris. *Explico* singula: I. Elevatio aquæ per suctionem oris fit tali modo: quando respirat homo, diaphragma, quod tanquam septum pectus à ventre separat, deprimitur, ita, ut figuram suam convexam convertat in planam (patet in instrumento hominis respirationem exhibente) & hac depressione costæ pectorales aliquantum extenduntur. Hoc facto aër inter diaphragma pulmones & cor contentus amplius spatium obtinet, adeoque incipit se expandere, & rarior fieri; hoc se expandente aër intra pulmones, in trachea, palato & tubulo pariter expanditur, adeoque portio aquæ orificio tubuli applicata minorem pressionem patitur, quam aqua reliqua vasis ab aqua & aëre incumbente. Ergo prævalente aëris lateralis pressione illa columella aquæ minus pressa per tubulum truditur, & elevatur. II. Suspenso hæret aqua applicato superius digito; quia pressione aëris superioris per digitum sic elisa descensum aquæ prohibet aër infra orificium pressionem suam exerens, & sustentans aquam. III. Remoto digito effluit; nimirum aër, per superius orificium jam apertum premens, enervat pressionem aëris inferioris, quæ antea effluxum impediit. Eodem modo explicatur suspensio in vase hortensi & aliis experimentis.

XCIX.

Sed repones contra datam explicationem: quando tubulo in liquorem immisso fit suctio, certa experientia constat, per respirationem aërem & aquam attrahi. Ergo male res explicatur per pressionem aëris. Sed R. N. Ant. Anima in respiratione nihil aliud experitur, quam depressionem diaphragmatis: quomodo autem extenuatio aëris, & elevatio aquæ contingat, id non immediate per experientiam innotescere potest, sed per rationem: Ratio vero docet, id fieri eo modo, quem paulo ante explicavimus. Explicationem nostram confirmat hæc *observatio*: Sume phialam vino plenam, angustoque instructam collo, ita, ut totum os phialæ ore tuo excipere facile possis. Ore admoto attrahe, quantum vales, nec guttulam hauries. Tubulo autem per collum in phialam demisso haud ægre hauries liquorem. Jam sic *discurro*: Si elevatio liquoris fieret per tractionem, debuisses etiam in primo casu liquorem haurire. Atqui

Atqui nihil hausisti. Ergo non fit per tractionem. Alia igitur subest ratio. Quænam illa? alia concipi non potest, quam quia in primo casu aër externus (intercluso per os tuum accessu) non poterat in liquorem premere, eumque intrudere in tubulum. In secundo autem liberum accessum nactus liquorem intrudit, quam primum per suctionem aër intra tubulum fuerit extenuatus.

C.

Tertium elevandi liquores instrumentum sunt *syphones*, seu tubi inflexi inæqualium crurium. Cape *usum*: crus brevius immerge liquori: tum quando ex longiore per suctionem extraxeris aërem, mox elevabitur liquor, elevatusque in crus longius transibit, indeque tamdiu effluet, quamdiu crus brevius superficiem liquoris attigerit. Ad imitationem talis tubuli inflexi ex una valle (modo collis non sit altior 33. pedibus) derivari potest aqua in vallem alteram paulo depressiorem, non sine magno vitæ civilis commodo: nempe ducitur canalis per acclive latus collis, indeque per latus declive in vallem alteram. Canalis primo repletur aqua in vertice infusa, tum aperto orificio cruris longioris aqua effluit, succedente & ascendente continuo aqua alia per crus brevius, quod ponitur esse immersum alicui cystemæ continuo impletæ. — Equidem supra jam ostensum, liquorem per tubulum posse elevari; sed hic quæris, unde sypho hoc habeat peculiare, quod liquor per crus brevius elevatus continuo per longius effluat? R. Habet à *pressione aëris*; nam aër premens liquorem vasis, cui crus minus immissum est, una cum liquore contento in crure longiore conspirat, seu pressionem suam conjungit, & sic prævalet aëri cruri longiori resistenti, & pressionem suam conjungenti cum liquore cruris minoris. Ergo liquor continuo per crus brevius attolli, & per longius effundi debet: consequentia patet ex eo; quia aër conspirans cum crure longiore utique plus virium habet, quam aër conspirans cum crure breviori. — Ceterum variæ quidem sunt, & peculiare syphonum figuræ, effectuum tamen idem semper & principium & causa. Syphones peculiari forma constructi sunt, 1mo. Cylinder vitreus, cujus fundo duo inserti sunt tubuli, unus longior, qui descendit, alter brevior, qui intra vas aliquantum assurgens fontem salientem exhibet. 2do. Vas, *Diabetes* dictum, quod mirabile spectaculum exhibet; nam si plenum est, omnem liquorem effundit, sin, retinet. 3tio. Vas *fraternæ charitatis*.

CI.

Explicavimus instrumenta, in quibus ab aëre atmosphærico aqua elevari, & sustentari potest. Superfunt alia, in quibus vel 1mo per aërem rarefactum calore, vel 2do per aërem violenter compressum liquor extrudi-

eruditur, & extrusus varios fontes salientes exhibet. Ad primam classem pertinet I, machina, *fons Ægyptiacus* dicta, constans duobus clausis receptaculis, quæ per tubulos communicant. In superiore contentus aër, igne subiecto rarefactus se expandit per tubulos, & in aquam in receptaculo inferiori stagnantem premit, eamque per tubulum medium, qui in concha receptaculi inferioris eminens pertingit fere usque ad fundum, fontis instar salientis sursum ejicit. II. *Oeoli pila* constans sphaera concava, & huic infixo tubulo in angustum lumen coeunte. Pilæ immittatur aqua. Pilam aqua instructam igni admove, clauso tantisper orificio tubuli hoc post moram aperto, aquam per calorem in tenuissimos vapores conversam videbis non sine strepitu erumpere. Si aquæ substituas spiritum, fluidoque profilianti admoveas candelam accensam, fontem igneum, & in fonte ludicrum spectaculum obtinebis.

CII.

Oeoli pilis affinis est, & ad 2dam classem pertinet sphaera vitrea, cui tubulus insertus una sui extremitate pertingit fere ad fundum, altera foris prominet, habetque affixum epistomium. Immittitur primo aqua; dein ope antliæ intruditur aër, qui proin valde compressus, & instrumento verticaliter erecto aquæ incumbens, eam vehementer premit, & per orificium tubuli inferius intrusam instar fontis salientis ejicit. Si loco aquæ spiritum vini sphaeræ immittas, dein aliquam portionem ejusdem spiritus in conchula sphaerulæ subiecta accendas, mox spiritus erumpens in ipso ascensu flammam concipiet, & ita fontem salientem exhibebit. — Alia, quæ huc pertinent, instrumenta sunt composita ex pluribus receptaculis, inter se communicantibus per tubulos certo modo aptatos, ita, ut aqua aërem ex uno, & aër compressus aquam aliam ex alio receptaculo expellat. Ejusmodi est machina, *fons Heronis* dicta. *Fons intermittens*, quocum affinitatem quandam habet lampas, quæ peculiari arte flammam nutrit, subministrans constanter æqualem portionem olei. Hæc instrumenta omnia hætenus memorata, in quibus aqua varie moveri, ac elevari potest, in nostro, aliisque passim Museis videre licet.

CIII.

De elevatione & suspensione Mercurii in Barometro. Ex observata aquæ elevatione de qua hætenus actum, originem traxit *tubus Torricellianus*, sive, ut postmodum vocari cœpit, *Barometrum* mensurandæ aëris gravitati serviens instrumentum. Nempe TORRICELLIUS Mathematicus Florentinus, cum observasset, aquam in antlia non ultra 33. pedes elevari, exploraturus, quousque elevari Mercurius possit, sumpsit tubulum vi-

treum longiorem, ex una parte clausum, & hydrargiro repletum, eumque repente inversum immergit vasculo aliquam Mercurii portionem continenti. Et en! aliqua pars Mercurii ex tubulo effluit, reliqua vero columella 28. circiter digitos alta hæsit suspensa. Hæc altitudo postmodum diversis temporibus mutabatur pro mutata temperie aëris. Post primam hanc observationem & inventionem vulgatam passim Barometra fieri confecta, quorum structura in vulgus notior est, quam quæ à nobis describi debeat. — Jam quæritur quænam sit causa dictæ elevationis & suspensionis Mercurii in Barometro?

CIV.

Antiquiores philosophi, horum effectuum causam rogati, assignabant metum vacui, famosum quidem, at non nisi metaphoricum vocabulum. Existimabant nempe, naturam horrere vacuum, adeoque exigere partium hujus universi contiguitatem; hinc mercurium hære suspensum aiebant, ne ipso descendente vacuum aliquod in tubo relinquatur. Verum Barometri phænomena consideranti manifeste patet, quam ineptus ad illa vel verisimiliter explicanda sit pannicus ille vacui horror. Nam dic sodes! si natura vacuum horret, cur mercurius aliquod saltem spatium in tubo relinquit vacuum, si tubus altior, quam 28. digitis? Cur majus relinquit in tubo longiore? Cur magis horret vacuum in vallibus, quam montibus, ubi magis descendit? Cur sub recipiente positus non amplius horret vacuum in tubulo, sed audacter sine metu vacui descendit? Sed absit, ut pluribus moremur opinionem ab hodierna philosophandi ratione alienam!

CV.

Causa elevationis & suspensionis Mercurii in Barometro est vis pressiva aëris. *Prob.* merito talis adstruitur causa illius suspensionis, qua aucta augetur effectus, qua imminuta vel sublata, minuitur vel tollitur effectus, & quæ est præsens, applicata, & unice apta ad tales effectus, adeoque continet rationem omnium phænomenorum. Atqui aër est talis. Ergo est causa elevationis & suspensionis. *Major* est principium in philosophia receptum: *Minor* pariter constat. Imprimis primum membrum patet ex observationibus in recipiente. Constipa in recipiente aërem, minue, tolle: & ibidem augebitur, minuetur, tolletur suspensio & elevatio mercurii. *Aptitudo* aëris patet ex eo, quia est corpus fluidum & grave. Ergo utique aptus est ad hoc, ut mercurium, sicut aquam, premat; ut elevet, quando minor est hujus resistentia; ut suspensum teneat, quando æqualis est mercurii resistentia. Atqui in omnibus phænomenis mercurius minorem habet resistentiam in elevatione, & æqua-

lem

lem in suspensione : Ergo aër illum elevat, vel suspendit. — Mercurii phænomena explicare juvat per distinctas Theses.

CVI.

Inprimis mercurius elevatur. *Ratio* est ; corpus liquidum ab alio corpore compressum fluit versus illam partem, ubi minor est resistentia. Ergo cum aër, utpote fluidus & gravis, in mercurium vase contentum, & hoc mediante in mercurium tubuli premat, mercurius in tubulum, ubi nulla resistentia, ascendit. II. Hæret communiter ad altitudinem $27\frac{1}{2}$. dig. suspensus. *Ratio* est ; quia in hac altitudine columna mercurialis æquiponderat pressioni aëris ; nam aër & mercurius possunt considerari tanquam duo liquida heterogenea in duobus tubis communicantibus. Jam aër tantum premit in basin quantum premeret columna aquea 32. pedum Rhenanorum in altitudine habens, ut supra dictum. Adeoque cum gravitas mercurii sit ad gravitatem aquæ ut 14 : 1., aër mercurium ad decimam quartam partem pedum 32. nempe ad 27. & $\frac{1}{2}$. digitos in altitudine solum retinere potest, — Hinc ex data basi alicujus columnæ aëreæ facile ejus gravitatem absolutam determinare poteris, item gravitatem ejusdem respectivam ad mercurium ; cum enim gravitas aëris respectiva ad aquam juxta Wolffium sit ut 1 : 960. pondus autem aquæ se habeat ad pondus mercurii ejusdem voluminis, ut 1 : 14. patet, gravitatem specificam aëris atmosphærici se habere ad gravitatem mercurii liquidorum omnium gravissimi ut 1 : 13440. III. Hæret in eadem altitudine, sive tubulus fuerit capacior, seu amplior ; sive ambulla major, sive minor ; sive tubulus verticalis, sive inclinatus. *Ratio* 1^{mi} est ; quia columnæ mercurii incumbit etiam columna aëris amplior. 2^{di} ; quia aër more liquidorum in columnam mercurialem tantum premit in ratione basis. 3^{tii} ; quia pressio aëris in basin columnæ mercurialis est solum in ratione altitudinis mercurialis, quæ eadem ponitur in tubulo verticali, & inclinato longiore.

CVII.

Ex Thesibus præcedentibus facile intelligis I. cur, si tubulus est brevior 27. digit. aut si aliquid de columna mercurii 27. dig. prius alta effluxit, mercurius in supremam tubuli superficiem hermetice clausam cum impetu ascendat ; nempe gravitas mercurii in hoc casu est minor pressione aëris : Ergo ab hoc sursum truditur. II. Cur non ad solitam altitudinem ascendat, si in parte tubuli superiore relictum fuerit plusculum aëris ; quia aër relictus gravidat directe deorsum in columnam mercurialem. III. Cur mercurius omnino non suspendatur, tubulo utrinque aperto ; quia tunc pressio aëris superne incumbentis est æqualis pressioni inferiori.

ris. — Sed quæ suspensionis mutatio in recipiente? R. In recipiente, dum aër extrahitur, mercurius intra tubulum descendit; eo magis, quo plus extrahitur; penitus, si fere omnis extrahatur. 2do. Descendit ad primas suctiones magis, quam ad posteriores, & ad primam quidem omnium maxime. 3tio. Vicissim, si aër in recipiens paulatim revocatus redit, mercurius etiam paulatim magis, magisque pro quantitate immissi aëris ascendit. *Ratio 1mi* est; quia decrescente aëris copia decrescit compressio & pressio aëris mercurio proximi. *Ratio 2di*; quia aër in recipiente, dum inchoantur suctiones, est maxime compressus, adeoque ad primam suctionem se maxime expandit, consequenter maiore copia erumpit, quam ad reliquas suctiones. *Ratio 3tii* est perspicua.

CVIII.

Porro non suspenditur in diversis locis ad eandem altitudinem eodem tempore, sed altius in loco depresso, v. g. valle, quam monte præalto. II. Altius in regionibus polo vicinioribus, quam æquatori proximis. *Ratio 1mi* est; quia in vertice montis columna aërea, mercurio stagnanti incumbens, est brevior, & hoc ipso rarior. Contra in valle est altior, consequenter aër inferior magis compressus validius premit. *Ratio 2di* alia esse non potest, quam major gravitas aëris. Incrementum autem huius gravitatis inde oritur; vel quia altior est columna aërea; vel quia manente eadem altitudine major est gravitas specifica aëris. Hinc si versus polos major esse solet altitudo mercurii, dicendum, hanc esse rationem; quia terræ superficies ibi est propinquior centro terræ (ponitur nempe, quod terræ figura sit sphaeroidica) & consequenter columnæ aëris alteriores; vel quia aër per frigus compressus & densior, & specificè gravior est. III. Neque suspensus hæret ad eandem semper altitudinem in eodem loco, sed ascendit altius cœlo sereno, & descendit pluvio. *Ratio* est nunc major, nunc minor pressio aëris; nempe tempore pluvio vapores ascendunt, & quamdiu aëri innatant, sunt re ipsa aëre leviores; alias enim non possent ab aëre elevari, adeoque columna aërea mercurio stagnanti incumbens, & constans partim aëre, partim vaporibus, levior est in specie, quam columnæ præcise aut saltem potissimam partem ex aëre constantes. Contrarium contingit cœlo sereno, ubi columnæ aëreæ mercurio stagnanti incumbentes sunt præcise aëreæ, adeoque graviores mercurium altius attollunt. — Sed hic interpellas: Ergo mercurius, dum pluviae actu cadunt, deberet elevari; nam guttæ aquæ decedentes, quæ certo sunt graviores illo aëre, cujus locum occupant, augent gravitatem aëris. Atqui hoc non fit: Ergo &c. R. Neg. Illatum, & rationem additam; nam ipse delapsus guttularum plu-

pluviarum non auget pondus aëris; gravia enim dum per liquidum decidunt, in illud non plus ponderis exonerant, quam quantum ponderat portio liquidi extrusa, reliquam partem virium impendunt in motum, qui motus non auget pondus liquidi, ut ostendit experimentum adductum Thefi LXXXII.

CIX.

Dixi Thefi præcedenti, mercurium *plerumque* ascendere ad majorem altitudinem tempestate serena, pluvia autem descendere. Quandoque autem contingit contrarium, nempe ut ascendat tempestate pluvia, serena descendat, ut adeo Barometrum non sit infallibilis augur tempestatis. Quæ autem hujus variationis causæ? R. Sunt variæ. Principales sunt venti, qui columnam aëream vel densiorem, vel rariorem faciunt. Id quod ex eo colligitur, quod in zona torrida, ubi perpetuo spirat ventus orientalis ejusdem tenoris, vix ulla sit variatio, quæ tamen frequens in nostra zona temperata, & quidem frequentior est in hyeme, quam æstate ob majorem vim ventorum. En! *Canones pro usu civili*, quos de ventis statio barometrica dictat, multo cœli consensu probatos. I. Si Boreas vel Eurus, aut ventus ex alto in profundum spirat, ascendit mercurius. *Ratio* est tum, quia ventus ex alto spirans auget pressionem aëris, tum, quia Boreas & Eurus frigidi condensant columnam aëream, consequenter aër inferior magis comprimitur. II. Similiter ascendit, dum simul duo venti ex oppositis plagis eodem spirant. *Ratio* est; quia tales venti non modo condensant columnam aëream, sed etiam altiore faciunt, accumulando aërem. III. Contra vero descendit mercurius, dum ventus spirat reflexus, ex profundo in altum; tunc enim minuitur pressio aëris superioris, cum à vento impulsus sursum abripitur. IV. Idem descensus contingit spirante vento meridionali. *Ratio* est: venti meridionales plerumque calidi calore suo dilatant atmosphæram, faciuntque leviores: unde aër inferior minus premitur. Ceterum barometri præsagia minus ac rarius fallunt, si mercurius intra breve tempus notabiliter descendit vel ascendit e. g. intra unam, alteramve horam 5. aut 6. lineis.

CX.

Ex adductis Barometri phænomenis tanquam indubium sequitur, mercurium ab aëre suspensum teneri. Hinc si tubulum mercurio ad 27. circiter digitos repletum ex vasculo extrahas, non senties pondus ipsius mercurii, utpote quod sustentatur ab aëre mercurii ex tubulo egressum prohibente, sed pondus æquale feres, pondus scilicet columnæ aëreæ tubulo incumbentis; eoquod aër inferior in sustentando mercurio occupatus vim aëris superioris elidere non valeat. — *Sed exclamas: Vah!*

quale paradoxum contra sensum communem hominum ! Ergo ille, qui portat talem tubulum mercurio repletum, non portat mercurium, sed aërem ? R. Omnino : sensum hominum non philosophorum corrigat genuinus discursus : I. Mercurius suum pondus non exonerat in tubulum, sed in aërem subjectum, à quo sustentatur tanquam à fulcro : Ergo etiam non sustentatur à manu tubulum tenente. II. Aër insistent tubulo est gravis, & pressio non enervatur ab aëre laterali, & inferiore ; quia hic vires suas impendere debet sustentando mercurio : Ergo manus tenens tubulum etiam sustentare debet aërem tubulo incumbentē. — *Neque dicas*, manum certe experiri, se elevare, vel sustentare pondus ipsius mercurii ; nam *neg.* illatum ; manus sentit quidem pondus, sed discernere non potest immediata observatione, an sit pondus mercurii, an aëris ; hoc primum discernere debet ratio per discursum ante memoratum. Ceterum pro varia altitudine columnæ mercurialis sentit manus modo majus, modo minus, modo omnino nullum pondus aëris.

CXI.

Dictam elevationem, & suspensionem mercurii pressioni aëris adscribendam esse equidem nemo, quod sciam, hodie in dubium vocat : Verum illud non ita certum esse videtur, cui aëris pressioni hæc phænomena adscribenda sint, an illi, quæ est ab aëris elaterio, an vero illi, quæ est ab ejusdem gravitate & pondere ? Quid igitur ? R. Inprimis certum est, quod suspensio mercurii subinde adscribenda sit soli elaterio aëris compressi tanquam causæ immediatæ ; dum enim barometron in in parte etiam inferiore clauditur, relicta supra mercurium stagnantem modica aëris atmosphærici portione, mercurius manet in eadem altitudine suspensus. Quod idem continget, si barometron recipiente vitreo tegas, aëre interiore relicto, communicatione tamen cum exteriori sublata. Hæc suspensio plane non potest provenire à pondere, & gravitate modicissimi aëris incumbentis vasculo : Ergo necessario debet adscribi ejusdem elaterio. Potest itaque *suspensio*, seu sustentatio mercurii in Barometro adscribi elaterio aëris immediate applicati tanquam causæ immediatæ ; gravitati vero totius columnæ aëreæ tanquam causæ saltem mediata, quatenus hæc aërem inferiorem solummodo comprimit, & compressum in statu compressionis tenet, quam compressionem supponit elaterium. Hæc Thesis suadetur etiam ex eo, quod aër inferior mercurio immediate applicatus tanta vi reagat sursum, quanta ab aëre incumbente premitur : adeoque gravitatio aëris superioris in mercurium suo modo retunditur : consequenter sustentatio mercurii non provenit immediate à gravitatione aëris superioris in inferiorem, sed ab elaterio aëris

aëris inferioris; is enim reprimendo pondus atmosphære sibi incumbents, premit deorsum in mercurium in vase stagnantem, eumque, cum non habeat, quo cedat, per tubulum sursum trudit, usque dum utrinque in communi basi detur æqualis pressio, & æquilibrium.

CXII.

*E*levatio tamen & ascensus mercurii videtur adscribenda pressioni, quæ provenit ab aucto pondere, seu gravitate aëris, & non elaterio; nam sic discurre: non potest mercurius ab elaterio aëris sibi immediate applicati elevari uno v. g. digito altius, quam ante fuerat, nisi ejus elaterium fuerit auctum, ut clarum est; hoc augeri non potest, nisi aër inferior ab incumbente graviore fuerit magis compressus, quam ante: Hic autem magis comprimi non potest, nisi columna mercurii tanquam obex tantum resistat, quantum premit columna aërea incumbens (ut patet ex observationibus; si enim januæ apertæ, & intra cardines facile mobili applices follem lusorium inflatum, eumque versus januam apertam velis comprimere, non poteris, quamdiu janua tanquam obex, adeoque & folles cedit) columna mercurii vero non potest tantum resistere, quantum premit columna aërea gravior incumbens, antequam illa fuerit magis elevata, & uno digito facta altior. Ergo infero: non potest elevatio & ascensus mercurii adscribi pressioni proveniente ab aucto elaterio, cum elaterium non augeatur ante ipsam elevationem, adeoque hæc ad illud supponatur: Ergo provenit immediate à pressione gravitatis, seu aucti ponderis.

CXIII.

*Q*uæris pro praxi, an Barometron adhiberi possit ad mensurandas altitudines locorum? R. Multis videtur, ope Barometri posse determinari altitudines e. g. montium, turrium, item locorum supra mare; sic enim discurrunt. Ex observationibus habetur 1^{mo} mediam mercurii in Barometro altitudinem in superficie maris mediterranei esse 28. dig. Paris. 2^{do}. Ad hoc, ut descendat mercurius una linea, requiri, ut efferratur in locum 61. pedibus alteriorem superficie maris; pro 2^{da} descensus linea requiri 62. & sic in eadem proportionem deinceps, adeoque ut descendat 2. lineis infra altitudinem, quam habet in superficie maris, requiri locum 123. pedibus altiore mari. Hinc si alicubi locorum ad pedem alicujus turris, vel montis habeat altitudinem 28. dig. in vertice autem montis descendat 2. lineis, inferre licet, altitudinem montis esse 123. pedum. Quod si ad radicem montis tantum habeat altitudinem 27. dig. adeoque 12. lineis jam depressior sit, quam in littore maris, in vertice autem duabus aliis lineis descendat, erit altitudo montis 147. pedum. — Aliis alius mensurandi modus placet; cum Cl. de La Hiere

Hiere assumunt universaliter pro singulis lineis 12. hexapetas cum 4. pedibus, seu 76. pedes. Si igitur Barometro ad verticem montis delato interea mercurius descendat e. g. 2. lineis, inferri potest, altitudinem perpendicularem hujus montis esse 152. eodem modo ajunt, colligi posse universaliter altitudinem locorum supra mare. An fidendum huic mensurandi modo?

CXIV.

Non videtur, barometra servire posse ad mensurandas accurate locorum altitudines, idque ex duplici potissimum capite, imo quia altitudo, ad quam efferendum est barometron, ut mercurius una linea descendat, non est fixa, & determinata; nam minime inter Authores convenit, ad quam altitudinem supra horizontem maris efferendum sit barometron, ut mercurius una linea descendat. Sic Cl. MARIOTTUS requirit 63. CASSINUS 65. ROHAULT 71. De La HIERE 76. MUSCHENBROECKIUS 82. pedes & 4. dig. Paris. 2do. Quia non habetur decrementum gravitatis ac densitatis aëris sursum in eadem constanter & explorata proportionem. Certe CASSINUS in *Hist. Acad. Reg. Paris. ad annum 1705*. Experimentis, quantum ad altissimas distantias potuerit institui, comperit, densitates & pondera aëris in remotioribus à terra distantis multo esse majora, quam proportio geometrica exigit, adeoque densitates aëris sursum non decrescere in *proportionem Geometricam*, prout crescit spatium in *proportionem arithmetica*. Taceo, quod barometra inter se, uti & mercurius in iis contentus haud parum differant. His itaque consideratis non videtur, barometra adhiberi posse ad mensurandas locorum altitudines, nisi notabilem satis errorem velis comittere. Minus videntur servire ad inveniendam altitudinem totius aëris. Censet Cl. NOLLETUS, altitudinem aëris non extendi ultra 15. vel 20. leucas, quæ æquivalent 45. vel 50. miliaribus Italicis cum aliquo excessu.

CXV.

De *cohæsiōe Hemisphæriorum Magdeburgicorum*. Admirati sumus vim aëris pressivam in suspensione, & elevatione liquidorum: magis miranda videtur in cohæsiōe quorundam solidorum, nempe in follibus, tabulis lævigatis, & hemisphæriis Magdeburgicis &c. Enimvero observamus in his corporibus solidis insolentem cohæsiōem. 1mo. Si in follibus obduretur orificium, per quod aërem recipiunt, latera illorum non nisi maxima vi diduci possunt. 2do. Tabulæ lævigatæ exacte conjunctæ ita cohærent, ut secundum lineam perpendicularem vi difficillime separari possint. 3tio. Mirabilior est cohæsiō hemisphæriorum, quæ ab Inventore suo GERICKIO Consule Magdeburgensi *Magdeburgica* dicuntur: erant è cupro elaborata, concava, unius ulnæ, quæ suo per antliam evacuata interno aëre solo
imme.

immediato contactu tam firmiter sibi mutuo cohærebant, ut appensis 5400. libris, aut 16. equis in diversa trahentibus divelli non potuerint. Hæc vulgo admiranda hemisphæriorum cohæsiō philosopho minime stupenda est, perspicienti causam, & rationem. Quænam illa?

CXVI.

Causa cohæsiōis hemisphæriorum Gerickianorum est vis pressiva aëris; nempe causa immediata est vis pressiva aëris cylindrici per separationem removendi; & causa mediata est aër protensus usque ad supremos fines. *Prob. Thesis.* Recte adstruitur causa talis cohæsiōis, quæ est apta ad pressionem. 2do. Quæ sua pressione est sufficiens contra vim 5400. librarum, & 8. equorum. 3tio. Qua causa data datur effectus, qua aucta, vel sublata augetur, vel tollitur effectus; atqui aër est talis causa: Ergo est causa cohæsiōis. *Prob. min.* Inprimis aër est fluidus & gravis, ut ostensum: Ergo juxta dicta de fluidis exerit pressionem in quodlibet hemisphærium: Ergo est apta ad pressionem. Dein hac sua pressione sufficit contra memoratam vim. Sufficientiam hanc ita ostendit philosophus aerometra: diameter hemisphæriorum Magdeburgicorum erat unius ulnæ, adeoque circulus maximus erat circiter 3. pedum quadratorum: Ergo & columna aërea huic circulo respondens habebat basin circiter 3. pedum quadratorum. Porro columna hæc aërea huic circulo respondens est tanti ponderis (aut elaterii) quanti est columna aquea alta 32. pedes, & basin habens circiter 3. pedum quadratorum; quia, ut supra dictum, cum tali cylindro aquæ servat æquilibrium: Atqui istius columnæ aqueæ pondus est 6912. librarum (nam æstimatur ex basi, & altitudine, & unus pes cubicus aquæ ponderat 72. libras: consequenter 32. pedes cubici ponderant 2304., qui numerus si multiplicetur per tres pedes cubicos, efficiunt libras 6912. (Ergo cylinder aëreus æque amplus & protensus ad supremos fines aëris conficiet libras 6912. — Ex facto hoc calculo aerometrico mirum non est, columnam aëream 6912. librarum non potuisse removeri aut comprimi; nec à pondere 5400. librarum, ut patet; nec ab 8. equis; equus enim validus potest 600. circiter libras movere absente etiam omni frictione; consequenter 8. equi simul tantum 4800. — *Sed oppones:* utique fuere 16. equi: Ergo habuere vim 9600. librarum. *R. Dist. Ant.* Fuere 16. equi, sed nempe etiam agebant contra duplicem cylindrum aëris, *Conc.* agebant tantum contra unum, *Neg. ant. & conf.* Nempe reliqui 8. equi respectu alterius hemisphærii se habebant præcise instar fulcri, aut obicis.

CXVII.

Igitur solide probatum est, aërem esse causam aptam, & sufficientem tantæ cohæsiōi. Reliquæ conditiones, quod scilicet aucto aëre au-
I geatur

geatur effectus, sublato tollatur, &c. *Prob.* Ex sequentibus: si majora sunt hemisphæria, validior est cohæsiō. En! aucto aëre augetur effectus: & ratio est; quia sic eo major etiam est cylinder aëreus per separationem removendus. *2do.* Si recipienti includantur, & ex illo extrahitur aër, quasi sponte separantur. En! sublato aëre cessat effectus: & ratio est; quia aër in recipiente extenuatus non amplius habet vim sufficientem tanto oneri. *3tio.* Admisso aëre intra hemisphæria ultro discedunt à se: & ratio est; quia aër ingressus compressionem exterioris pressione opposita elidit.

CXVIII.

Nihilominus circa explicatam cohæsiōem hemisphæriorum hominā non philosopho aliqua dubia oriuntur, facile tamen solvenda. Quærit *1mo.* Cur aëre non extracto tam valida non detur cohæsiō? *R.* Quia aër internus tanta vi concavam superficiem premit, quanta externus premit superficiem convexam: Ergo hujus pressio enervatur. *2do.* Unus equus facile promoveret utrumque hemisphærium, & superaret resistantiam aëris: Cur ergo plures equi non possunt movere hemisphærium? *R.* Ideo; si unus tantum admovetur equus, facile superat resistantiam aëris uni hemisphærio obstantis; quia adjuvatur à pressione aëris in alterum hemisphærium prementis, & sic enervantis vim aëris obstantis; & quia aër removendus locum habet, quo se recipiat: secus est in hemisphæriis divellendis. *3tio.* Si unum hemisphærium, vel una lamina polita incumbens alteri moveatur secundum lineam parallelam, non est difficilis separatio. Quare? *R.* Quia solum removenda est portio aëris respondens crassitie laminae, vel semidiametro hemisphærii, ad hanc remotionem concurrat aër ex altera parte pressionem exerens. *4to.* Si aër habet pondus 6912. librarum juxta factum calculum, debuisset sustentare plus, quam 5400. libras. *R.* *Sub distinctione:* debuisset sustentare plus, si aër internus ita fuisset extractus, ut merum esset vacuum, *Conc.* Si relicta est aliqua portio aëris, licet valde extenuata, *Neg. ant.* Nempe illa portio, saltem tenui vi premebat interiorem superficiem: Ergo aliquam partem virium aëris externi repressit. Accedit pondus ipsorum hemisphæriorum, concussio quædam, & aër interea furtive illapsus.

CXIX.

Ex pressione aëris etiam ratio petitur, cur cucurbitæ scarificatoriæ adhæreant cuti hominis. Solent illæ primo admoto igne calefieri, tum repente applicatæ cuti tenaciter adhærent. Causa adhæsiōis est tum aër intra carnem latens, tum aër externus cucurbitam premens; cum enim aër intra cucurbitam per subjectæ flammæ calorem repente extenuatus expellitur, hinc quamprimum cucurbita applicatur cuti, mox aër intra carnem

carnem calorem concipit, & sic vi elastica prævalens aëri intra cucurbitam jam extenuato, cutem trudit intra cucurbitam; & facta prius levi incisione etiam sanguinem protrudit. Quoniam autem aër intra cucurbitam statim remittit intensiorem calorem, & elasticitatem, hinc etiam aër externus cucurbitam premens validius illam cuti affigit.

CXX.

Datam de cucurbitis explicationem confirmat *experimentum*: si natator ad fundum maris descensurus cucurbitam non calefactam cuti tantisper applicatam tenet, donec per 20. circiter pedum spatium descenderit, sentiet, cucurbitam carni affigi tanta vi, quantam sentiret, si ipsi à chirurgo cucurbita calida affigeretur; imo si profundius descendat, dolor est intolerabilis. *Ratio* est; omnes reliquæ partes cutis premuntur ab aqua; sola illa pars, quam tegit cucurbita, non premitur, sed potius cucurbita pressionem excipit: Ergo imprimis spiritus aërei in aliis partibus compressi ad cucurbitam tendunt, & carnem cum cute intra cucurbitam trudent: deinde ipsa aqua premens cucurbitam, hanc validius affigit cuti.

CXXI.

De *experimentis Antliæ pneumaticæ*. Expendenda restant phænomena aëris in Antlia pneumatica. Est hæc nobilis machina ab eodem GERICKIO Consule Magdeburgico inventa. Structuræ prout ea visitur in Museo nostro fusiolem descriptionem ocularis inspectio supplere potest. Sufficiat scire, illam esse machinam, constantem ex cylindro cavo, & embolo per cylindrum mobili, ope cujus aër ex campana quadam vitrea applicata (vulgo recipiens dicitur) extrahitur, vel in campanam intruditur; unde in hac machina elasticitas, & gravitas aëris, & per has multa phænomena se produnt. Juvat ea in tres classes distinguere.

CXXII.

Classis prima versatur circa embolum & recipientem. 1^{mo}. Embolus initio facile, deinceps continuo difficilius trahitur. *Ratio* est; quia aëris residui in recipiente prius extrahentem juvantis elasticitas continuo decrescit. Quare per primam suctionem major portio aëris abstrahitur, quam per secundam, & sic deinceps; quia nempe aër continuo magis extenuatur. 2^{do}. Relictus sibi embolus intro compellitur in Antliam; intruditur nempe ab aëre extrinsecus fortius premente. 3^{tio}. Post aliquot suctiones recipiens ita firmiter adhæret disco, ut tractione perpendiculari avelli non possit. *Ratio* est aëris externi incumbentis pressio, quæ ab interno multum jam extenuato enervari non potest. 4^{to}. Hinc si recipiens habet figuram angularem, rumpitur, non item, si habet sphericam, aut cylindricam supra convexam. *Ratio* primi est; quia aliquæ particulæ vitri magis premuntur, quam aliæ: inæqualis autem pressio

causat diffractionem. Unde si cylinder quidam cavus per orbiculum vitreum agglutinatum superius claudatur, & disco impositus ab interiore aëre liberatur, absoluta necdum integra suctione prima mox aër exterius orbiculo incumbens, hunc cum fragore in partes comminuit. *Ratio 2di* est; quia omnes particulæ ferme ut lapides fornicem formantes æquali vi premuntur.

CXXIII.

Secunda classis versatur circa res varias recipienti inclusas. *1mo.* Aqua tepida & spiritus vini ebulliunt, cerevisia, & lac spumant, intumescunt; ovum in vase aqua pleno positum meris bullulis aëris veluti gemmis circumdatur. *Ratio* est: aër in his corporibus residens remota externi aëris pressione sese expandit, & per poros bullulas format. Quod si propter pororum angustias, aut liquidi viscositatem exitum non reperiatur, liquorem dilatat. Imo factò prius in ovum foramine aër intimus albumen cum vitello expellit, quod tamen à redeunte rursus aëre retrusum resorbetur. *2do.* Si lagena vitrea angularis probe clausa, ne aër ex illa possit evadere, sub campana ponitur, & aër lagenam ambiens extrahatur, mox aër intra lagenam existens, eam per suam expansionem in partes disjiciet. Ob eandem rationem vesica flaccida recipienti inclusa extracto aëre dirumpitur. *3tio.* Si cylindrus vitreus habens superius pro operculo patellam concavam ligneam aqua plenam: imponatur disco æneo, aëre extracto mox aqua ab aëre incumbente pressa per poros defluet. *4to.* Candela ardens post aliquot suctiones extinguatur, & fumus fundum petit. *Ratio* est; quia ad flammam requiritur aër, qui sua elasticitate efficiat fluctuationem, in qua consistit flamma. *5to.* Pomum rugosum sic distenditur ab aëre in poris latente, ut recens appareat. Si recipienti superne aperto imponatur, dum internus extrahitur ex recipiente, pars aperturæ respondens intrudatur intra recipientem vi aëris externi.

CXXIV.

Tertia classis versatur circa animalia. I. Animalia tam terrestria, quam volatilia post aliquot suctiones intumescunt, & denique inter convulsiones moriuntur. Causa intumescentiæ est aër interior, qui remota exterioris pressione sese expandendo corpus animalis distendit. Causa vero necis est defectus respirationis, & inde consequens cessatio circulationis sanguinis; deficiente enim aëre, licet animalcula pectus dilatantur, nullus tamen aër in pulmones illabatur. Igitur pulmones spongiosi, ac plurimis fibris intercepti contrahuntur; his contractis nullus per eos sanguis e dextro cordis ventriculo in ceteras corporis partes transfundi potest. *Ratio* mortis alia ita redditur: quando aër externus in recipiente extenuatur, aër in poris corporis animalis vehementer se expan-

expandens, subtiles meatus, per quos sanguis, & spiritus cerebelli fluere deberent, constringit, & subtiliores rumpit, Meatibus constrictis paulatim sistitur motus cordis, seu vita vegetativa, hac deficiente etiam deficit vita animalis sensitiva. II. Aliqua animalia, ut papiliones, ranæ, viperæ, serpentes pertinacius resistunt operationibus antliæ, nec ita facile exanimari se sinunt. *Ratio* videtur esse hæc; quia illarum corda peculiari facilitate ad motum systoles & diastoles prona sunt, nec opus habent continuo motu respirationis. III. Pisces extracto aëre ita distenduntur, ut ex ore & pinnis bullulas aëris emittant, aquæ supernatant, nec descendere valent; aëre rursus in campanam revocato, submerguntur, nec ascendere valent etiam vivi. (LXXII).

CXXV.

De Phialis Italicis & lacrymis Batavicis. Equidem aëris pressioni certo adscribenda sunt phænomena adhuc explicata: subita tamen phialarum Italicarum & lacrymarum Batavicarum ruina & diffractio, quam aliqui activitati aëris tribuunt, aliunde petenda videtur. Unde autem? causam feliciter detegemus post intellectam peculiarem methodum, qua tractantur, conflanturque hæc vitra. imprimis lacrymæ Batavicæ (sic dictæ, quia in Batavia primum inventæ) sunt bullæ vitreæ in formam pyri, oblongo & inflexo collo terminatæ. Licet eodem modo, quo alia vitra, formentur, non tamen in leæram, sed ex summo æstu in frigidam transferuntur: ubi quidem multæ ejusmodi guttæ diffiliunt, aliæ vero ad diffractionem proxime disponuntur, ob repentinam nempe translationem ex summo calore in frigidam; dum enim frigus corpora contrahit, calor autem dilatat, extimæ vitri fibræ repente contractæ in minus volumen, sistuntur & quiescunt, dum intimæ adhuc expansæ motu pernici agitantur. Hinc nullum æquilibrium, sed nifus oppositus, & partium sejunctio. — Tres in ejusmodi lacryma sic conflata observamus dotes mirabiles, 1^{mo}. Summam firmitatem; nam repetitos etiam mallei ictus ejus venter eludit. 2^{do}. Summam simul fragilitatem; fracta enim inflexi pedunculi extremitate tantillum spissesciente tota non sine strepitu in pulverem abit, etiam in recipiente. Et si pedunculus refringatur in vitro aqua pleno, ita diffilit, ut in vitro foramen faciat. 3^{tio}. Quod si imposita pruinis multum calefiat, & postea refrigeretur, fracto pedunculo non amplius diffilit. — Jam quæris unde horum phænomenorum ratio & explicatio petenda sit?

CXXVI.

Aliqui repetunt ab activitate aëris: dicunt enim, quod dum gutta vitri liquati in frigidam distillatur, exteriores vitri partes subito condensentur, interioribus manentibus adhuc rarefactis. Unde gutta arctiores

habet canaliculos versus peripheriam, laxiores in medio. Igitur rupto collo aer externus magna vi irrumpit in canaliculos, eosque, dum versus exteriores partes sunt angustiores, disrumpit. Verum lacrymas etiam in vacuo frangi observatum est: ergo aer externus non potest esse causa. *Sed reponunt*, in recipiente rem modo contrario explicandam esse, tunc enim, inquiunt, aer in lacryma latens rupto pedunculo tanquam fornice suum elaterium exercet, & vitrum disrumpit, eodem ferme modo, quo disrumpit ambullas vitreas in recipiente exhausto. Sed contra est primo: tali modo experientia diversa omnino ratione intra & extra recipientem explicatur, cum tamen simplicius & utrobique æqualiter explicari possit. Deinde aer in æstuosa conflatione vitri plane non potuit esse candensatus, sed valde rarus. Denique sequeretur, quod lacryma more aliorum corporum in recipiente vacuo deberet sponte, & sine abruptione pedunculi diffringi. Ergo aer internus non potest esse causa diffractionis. Neque confugere licet ad materiam subtilem; hæc enim ubique poros pervios invenit.

CXXVII.

Igitur rationem & explicationem horum phænomenorum petendam esse censemus, imprimis ex fragili natura vitri in genere, ex fragili structura lacrymarum, & ex ipsa abruptione pedunculi; sic enim discurremus. *1mo.* Constat vitrum esse admodum fragile, ita quidem, ut facta vel modica tensione, mox totum in partes abeat. *2do.* Constat experientia, multas lacrymas, dum ex summo æstu in frigidam transferuntur, subito dissilire. Ergo recte inferimus, reliquas, quæ non dissiliunt, saltem proxime ad dissolutionem disponi: & ratio est debilis structura lacrymæ; per repentinam enim translationem in frigidam internæ partes motu calorifico agitantur, & adhuc molles sunt, dum partes externæ ab aëre & aqua frigefactæ, ad quietem & soliditatem jam redactæ sunt. Ergo partes internæ ita diutius agitæ, & serius soliditatem induentes non satis firmiter cohærent cum externis: Ergo accedente levi concussione & tensione rumpuntur. Atqui hæc concussio & tensio fit per violentam inflexionem pedunculi, in quo omnia filamenta confluent; nam per hanc inflexionem filamentorum nimium tensorum tota compages dissolvitur. Ergo &c.

CXXVIII.

Ex his facile solvuntur dubia, quæ circa memoratas observationes oriri possunt. *Dub. 1mum.* Si aer externus non est causa diffractionis, cur non dissilit lacryma, nisi rupto pedunculo tantillum spissescente? *R.* Quia extrema pars pedunculi juxta Cl. WOLFFIUM vel omnino non in frigidam fuit immissa, vel certe non eo tempore, quo gutta adhuc erat ferventissima,

tissima, adeoque maximam partem in aëre jam deferbuit: vel etiam quia juxta STURMIUM ejusmodi pars est nimis tenuis, contra reliquæ ventri viciniore magis spissæ. *Dub. 2dum.* Cur lacryma in attritione consumitur absque crepitu, ut WOLFFIUS cum aliis testatur? *R.* *Ratio-*
nem dat idem WOLFFIUS; quia vitra, si in cote acuantur, vehementer incalescunt, calore autem extenduntur, proinde densitatem & tensionem priorem amittunt. *Dub. 3tium.* Cur lacryma prunis prius imposita non amplius dissilit? *R.* *Ratio* est; quia lente permeans undique calor partes lacrymarum rigentes tantillum emollit, & sic exteriores cum interioribus ad eundem condensationis gradum reducit, in quo deinceps æqualiter in aëre refrigeratæ perseverant. *Dub. 4tum.* Cur externa lacrymæ superficies repetitis mallei ictibus percussa non frangitur? *R.* Particulæ externæ eodem tempore ad quietem & soliditatem redactæ firmiter cohærent, & quidem figura sphærica & mole satis densa. Ergo instar fornicis sustinent validam percussione. *Dub. 5tum.* Cur lacryma in partes minimas dissilit, non item chorda rupta, quæ tamen pariter tensa est? *R.* Disparitas est multiplex; nam primo partes vitri non ita arcte cohærent, ut partes fidium: dein non tanta est vitri, quam chordarum tenacitas: denique accedit maxima vitri rigiditas & fragilitas, fidium contra ductilitas, quam vitrum penitus respuit &c. — Jam ad phialas Italicas.

CXXIX.

Phialæ sunt vitra collo instructa, & inflata, fundo crassiore. Methodus phialas formandi eadem ferme est, quam de lacrymis diximus, nempe ex æstu summo adhuc fervescentia in aërem satis frigidum, non in leæram, transferuntur, ubi quidem non paucae dissiliunt, antequam ad experientiam vocentur, aliæ vero ad diffractionem proxime disponuntur ob repentinam translationem in aërem frigidum. In his phialis ita confectis tres denuo observamus qualitates admodum mirabiles. *1mo.* Summam firmitatem; nam extimus fundi apex duos sustinet mallei ictus, impetuque validissimo ad saxum vel murum impacta non diffringitur. *2do.* Summam fragilitatem; si enim exiguum valde particulam silicis, adamantis, vel alterius gemmæ in phialam demiseris (sive in libero aëre, sive in recipiente, perinde est) plerumque diffringitur phiala in ictu oculi, quandoque post aliquam moram, & quidem non sine fragore. *3tio.* Si globum plumbeum, aut stanneum, vel etiam aureum dejeceris, integra perdurat phiala.

CXXX.

Jam hæc phænomena nec aëri exteriori, nec interiori, neque etiam ætheri adscribi posse, patet ex rationibus supra allatis de lacrymis Batavicis, & qualitatibus silicis decidentis. Adeoque eodem modo, quo
de

de lacrymis, discurrendum sic : phialæ ex æstu summo transferuntur in aërem satis frigidum : Ergo partes exteriores citius & firmitus condensantur, quam interiores. Hinc istæ non cohærent firmo nexu. Ergo si levis accedat vis solvens nexum, sequitur disruptio. Atqui hanc exerit silex constans particulis valde duris & elasticis, quarum vel unica incisionem, incisio vibrationem ac tremorem, tremor autem disruptionem vitri alias jam fragilis efficere potest. Analogiam offert fornix, qui moto uno lapide compagem solvente corruit.

CXXXI.

His bene intellectis haud difficulter solves dubia, quæ ex memoratis observationibus oriri possunt. *Dub. 1^{um}*, cur externa superficies non frangatur ? *R.* Particulæ exteriores eodem tempore ad soliditatem & quietem redacto firmo inter se nexu cohærent, & quidem figura sphaerica, ac mole satis densa. Ergo fornicis instar validæ percussioni resistunt. *Dub. 2^{dum}*, quomodo silex tam exiguus, adeoque causa improporcionata possit rumpere massam vitream malleo resistentem ? *R.* Non pondus silicis, sed aptitudo incidendi spectari debet, quamquam pondus incisionem promoveat : Nempe parvitatem supplet asperitas aciei & elasticitas excitando tremori aptior. *Dub. 3^{tium}*, cur phiala quandoque primum dissiliat post aliquot minuta ? *R.* Potest contingere, ut particula silicis fibrillam non satis valide incidat, ad violentam nihilominus motum vibratorium determinet, quo motu dum fibrilla plus æquo tenditur instar chordæ percussæ, connexio magis magisque debilitatur. Ergo paulatim omnino rumpitur. *Dub. 4^{tum}*, cur à globo plumbeo non disrumpatur phiala ? *R.* Quia caret duritie & elasticitate requisita ad incisionem, & debitum motum vibratorium causandum. *Neque dicas* : Globus plumbeus est ponderosior, & validius percutit vitrum, quam silex ; Nam *R.* *Dist.* Validius percutit plures particulas simul, nec repetitis per elasticitatem ictibus C. percutit unam particulam vitri præ alia, ut silex, & repetitis per elasticitatem ictibus N. nunquid validior est percussio, quando tormentum bellicum exploditur, quam si artifices Batavi ore probe applicato clamant in vitreum poculum, & tamen hoc sonum tormenti sine diffractione sustinet, non item vocem humanam. Nempe non sola percussio, sed continuata vibratio particularum vitri, effecta per vim silicis causat diffractionem.



Widmann, Joseph,

Conatus phys. experiment. ex geostatica, hydrostatica, hydraulica et
aerometria

Monachium 1762

4 Diss. 4947#Beibd.2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11026900-6

VD18 1519535X-001